

Обоняние линия определяет и его вкусовые пристрастия.

Екатерина Николаева

# Запахи, обоняние и поведение рыб

Сами по себе органы обоняния (или сенсорная обонятельная система) поистине уникальны у всех животных, а не только у рыб. Но у многих рыб эти органы еще чрезвычайно эффективны.

Рыбы могут распознавать и узнавать огромное количество различных химических веществ и соединений, даже если их в воде ничтожно мало. Иногда рыбам достаточно всего несколько молекул соединения на 1 см<sup>3</sup> воды. До сих пор, несмотря на технический прогресс и нанотехнологии, анализаторы запа-

хов, которые есть у животных, намного эффективнее созданных людьми супердорогих приборов, над которыми работали тысячи людей. Недавно легендарный П. Л. Капица сказал: «...физика располагает приборами во много раз чувствительнее наших органов чувств. Только обоняние у животных более совершенно...».

## ■ Преимущества обоняния

Ихтиологи выделяют у рыб три самостоятельные хемосенсорные системы: обоняние, вкус и общее химическое чувство. Объединяет их то, что стимулами для них служат химические соединения или смеси. Однако наибольшую информацию рыбы получают все-таки благодаря обонянию. Сигналы, поступающие через обонятельную систему, являются важным, а порой и основным фактором, определяющим разные формы поведения: пищевого, родительского, территориального, социального. Кроме того, обоняние играет огромную роль в ори-

ентировании рыб во время миграций. Химические сигналы, которые выделяет сам организм животного, по характеру, химической природе и механизму действия ученые подразделяют на несколько категорий. Первые – феромоны. Они предназначены для особой своего вида и воспринимаются только ими. А химическая коммуникация между представителями разных видов регулируется кайромонами и алломонами. Кайромоны несут информацию, полезную для вида, воспринимающего сигнал (реципиента); алломоны же, наоборот, вызывают поведенческий ответ, полезный для вида, продуцирующего сигнал. Еще по механизму действия

## Аминокислоты и рыбы

На кафедре ихтиологии биологического факультета МГУ уже почти 40 лет исследуют отношение рыб различных видов к разным аминокислотам. Под руководством профессора Александра Касумяна группа ученых изучила обонятельную чувствительность, запаховые спектры, дистантность и механизмы обонятельной ориентации рыб нескольких десятков видов. Исследования отечественных ученых вызывают интерес ихтиологов всего мира, а результаты их изысканий

легли в основу создания многих аттрактантов и ароматизаторов, которые в большом количестве можно видеть на прилавках рыболовных магазинов. Было установлено, что самыми эффективными запаховыми (и вкусовыми тоже) стимуляторами являются аминокислоты. Например, многие осетры предпочитают аланин и глицин, а цистеин, лейцин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты привлекательны для атлантического лосося и других рыб.

ученые выделяют сигналы-релизеры и сигналы-праймеры. Релизеры после их восприятия животным вызывают быстро развивающийся, но относительно недолгий поведенческий ответ. А праймеры запускают сложные эндокринные процессы, в результате которых происходит выработка определенных физиологически активных веществ. Эти вещества в свою очередь вызывают соответствующие изменения метаболических и регуляторных процессов, что приводит к сдвигам в обмене веществ и интенсивности дыхания, изменению пигментации тела, развитию стресса, подчинению всего поведения определенным целям и т.д.

Все химические соединения и вещества, которые служат для рыб запаховыми сигналами или стимулами, производятся многими системами их организма и поступают в воду с мочой, фекалиями или выделяются через кожные покровы, переходя вначале в кожную слизь, а затем в воду. Возможно, некоторые запаховые вещества могут выделяться и через жабры.

## ■ Запах и поведение

Распознавание рыбами многих запахов влияет на разные аспекты их поведения: миграционное, пищевое, стаеобра-



Мальки многих рыб по запахам находят путь в родные реки.

зовательное, оборонительное, репродуктивное и т.п. Рыбы большинства видов выделяют в воду вещества, позволяющие с помощью обоняния отличать особей своего вида от чужих. Это чрезвычайно важно для рыб, живущих стаями, или для тех, которые делят жизненное пространство на отдельные охраняемые участки. По химическим сигналам от особей своего вида противоположного пола рыбы определяют готовность половых партнеров к нересту. Исследования последних лет показали, что в химической регуляции размножения и полово-

го поведения рыб участвует целый комплекс половых феромонов, каждый из которых вызывает определенные физиологические изменения в организме и соответствующее изменение поведения. Например, самки золотой рыбки перед овуляцией начинают выделять феромон-праймер, вызывающий у самцов увеличение уровня гонадотропных гормонов и усиленное образование спермы. После того как процесс овуляции прошел и икра вскоре может быть отложена, самка начинает выделять другой феромон – релизер, который вызывает у самцов брачное поведение. А не-

роуют обеспечение ухода за потомством. Например, у цихлид, колюшек и других рыб, охраняющих свою молодь, сигналы, выделяемые мальками, вызывают «охранное» поведение родителей. Сигнальная значимость запаха молодежи сохраняется до тех пор, пока не приходит время для распада семейной группы. Самцы трехиглой колюшки – рыбки, забота о потомстве у которой получила, пожалуй, наибольшую известность, могут по запаху отличить икру из охраняемого ими гнезда от чужой. Нельзя переоценить роль запахов в регуляции оборонительного поведения рыб. Од-

посредственно во время нереста золотая рыбка выделяет еще один релизер, учуяв запах которого самцы не могут удержаться от выброса молока. Таким образом, выделение партнерами половых продуктов синхронизируется, что, конечно, крайне важно для видов с наружным оплодотворением. Похожие процессы наблюдались и у лососевых, и у щук, и у многих других рыб в процессе нереста и во время подготовки к нему. Обоняние и химические стимулы не только участвуют в подготовке к нересту и во время него, но и активно регули-

ним из основных сигналов, вызывающих активизацию оборонительного поведения, является феромон тревоги, вырабатываемый специальными клетками кожи, который попадает в воду при повреждении кожных покровов жертвы хищником. Поведенческий ответ на этот сигнал выражается в состоянии повышенной бдительности рыб, а затем в бегстве или затаивании. Они в течение многих дней опасаются посещать те места, где столкнулись с тревожным запахом. Рыбы большинства видов прекрасно распознают запахи, выделяемые хищниками (точнее, яв-



ляются хищниками по отношению к ним), что часто помогает избежать контакта с врагом и сохранить себя для будущего процветания популяции. При этом эволюционно получается так, что выживают особи с достаточно сильно развитым обонянием и эти особенности они генетически передают своим потомкам. Возникает интересная закономерность: запахи, которые для самих хищников могут быть феромонами, регулирующими, например, территориальные отношения, для их жертв становятся кайромонами, в данном случае сигналами тревоги. В этом качестве они обуславливают не только поведенческие реакции, но и фи-

лучил название «фактор звериной шкуры». Так, присутствию в воде запаха, попавшего со шкуры медведя, порой сильно задерживает нерестовый ход тихоокеанских лососей в реки. Оказалось, что главным компонентом данного фактора является аминокислота L-серин, добавление которой в речную воду вызывает реакцию тревоги у лососей. В последнее время удалось экспериментально доказать возможность привлечения с помощью химических сигналов некоторых морских рыб. В экспериментах на черноморских скатах, обладающих хорошо развитым и легкодоступным обонятельным анализатором, в качестве

### Это интересно

У рыб общее число воспринимающих (рецепторных) клеток в органе обоняния составляет от нескольких десятков или сотен тысяч до нескольких миллионов. Среди исследованных рыб по количеству рецепторных клеток лидирует сом обыкновенный – их у него чуть меньше, чем у собаки. Если у сома приблизительно 160 млн таких клеток, то у миноги – 800 тыс., у голяна – 900 тыс., у речного окуня – до 3 млн, у щуки – до 6 млн, у налима – до 11 млн, у леща – до 27 млн. При этом у человека количество рецепторных клеток 10 млн. Кстати, у курликов со стажем количество

таких клеток составляет около 900 тыс.! Пороговые концентрации растворов искусственных химических веществ, которые у рыб вызывают самые разные поведенческие реакции, колеблются в пределах от 1-6 до 10-9 моль/м<sup>3</sup>. Для натуральных запаховых стимулов пороги еще выше. И это, конечно, значительный минус запаховых аттрактантов на натуральной основе. К сожалению, пока точная химическая природа естественных запаховых стимулов рыб остается малоизученной, но ученые работают в этом направлении.

ские вещества в оборонительном поведении, вовремя почуяв опасный запах рядом, но и сами могут выделять отпугивающие вещества – алломоны. Алломоны отпугивают хищников от жертв. Так, например, около берегов западной части Индийского океана обитает небольшая камбала, которую аборигены называют рыбой Моисея. Кажется, что эта камбала заколдована от акул и других хищников. Ихтиологи, подробно исследуя данный феномен, обнаружили, что в основании спинного и анального плавников этой камбалы есть железы, выделяющие особую слизь. Исследования в лаборатории и в открытом море подтвердили, что слизь, попав в воду, действительно отпугивает акул, причем на длительный срок – до 10 часов. Из слизи этой камбалы выделили небольшой белок (пептид), который назвали пардаксин. По фармакологическим свойствам он напоминает мелиттин – основной компонент пчелиного яда. Позднее выяснилось, что выделяемый камбалой секрет содержит не один вид пардаксина, а целых три. Кроме того, в составе секрета были обнаружены и другие вещества, получившие название лавонины, также способные отпугивать акул и обладающие токсиче-



Осетровые рыбы снабжены сложной системой анализаторов запахов и вкусов.

зиологические: например, запах щуки вызывает у голяна появление черной полосы на боках. Кайромонами могут быть запахи не только рыб, но и других хищников (например, вещества, попадающие в воду с кожи и шкур опасных для рыб животных), этот сигнал по-

стимулов применялись уже упомянутые L-серин и другие аминокислоты. Во всех случаях были обнаружены мембранные белки, способные эффективно связывать аминокислоты. Сегодня у ихтиологов-физиологов нет сомнений, что они имеют дело с

новым семейством рецепторных белков, уникальными свойствами которых в значительной степени объясняются рекордные чувствительность и избирательность обонятельного анализатора у рыб. Многие рыбы не только используют обоняние и химиче-

**Рыбы могут распознавать и узнавать огромное количество различных химических веществ и соединений, даже если их в воде ничтожно мало.**

Рис. 1. Расположение ноздрей на голове голяна (вид сбоку и сверху): 1 – передняя ноздря; 2 – перемычка; 3 – задняя ноздря.

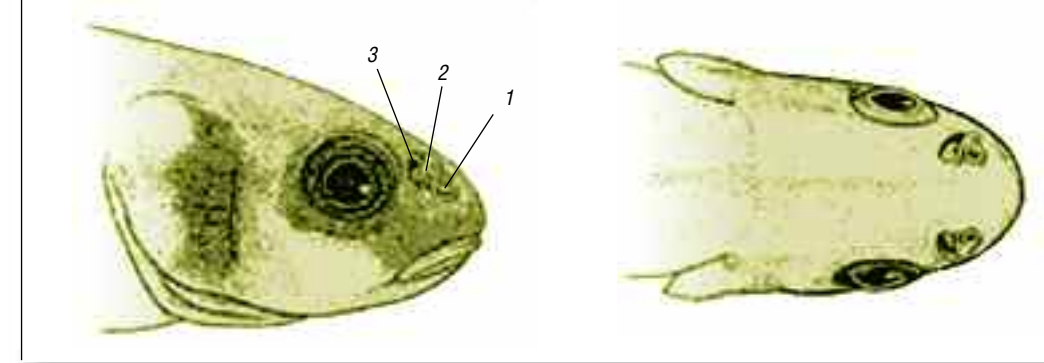
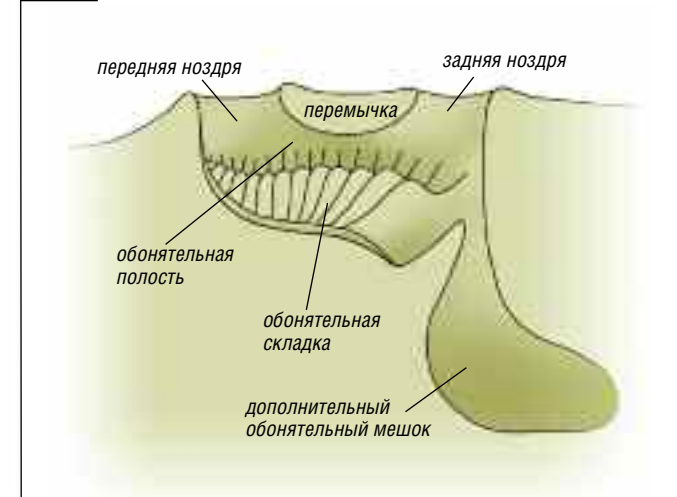


Рис. 2. Орган обоняния у рыб (по А. О. Касумян).



скими и гемолитическими свойствами. Однако все активные химические вещества, входящие в состав экстракта желез рыбы Моисея, очень нестойки при хранении, а после высушивания резко теряют свою эффективность. Но, учитывая последние ухудшения акулоопасной ситуации, работы в этом направлении постоянно ведутся.

### Ориентиры в миграции

Использование рыбами обоняния проявляется и в миграционном поведении. Хорошо известен хоминг лососевых рыб, когда взрослые половозрелые лососи возвращаются после нагула в море к местам нереста, в те реки и ручьи, где сами появились на свет. Происходит это благодаря импринтингу – младенческому рефлекторному запечатлеванию запаховых сигналов того водоема, где рыба вылупилась

из икринки. Ученые считают, что особенности запаха именно этой речки или ручья (из сотни таких же рядом) формируются с помощью разных веществ (почвы, растительности и пр.), которые попадают в воду именно с суши. Важно, что рыбы могут фиксировать в своей памяти запах (или его изменение) не только участка в верховьях, где происходили их рост и развитие, но и всего пути от него до устья реки. Но не только подвижные мигрирующие рыбы используют обоняние для миграций и распределения в водоемах. Среди оседлых рыб тоже имеется немало тех, которые охраняют свои участки обитания, и территориальный инстинкт у них один из самых сильных. Для маркирования своей территории такие рыбы стараются использовать не одно вещество, а целый букет, состоящий из таких «ароматов», как желчные кислоты и их производные, которые по-

ступают в воду с фекалиями. Многие морские прибрежные рыбы метят участки с помощью кожной слизи, частички которой остаются на камнях и других предметах. Самцы трехиглой колюшки в период размножения метят собственное гнездо с помощью клейкого секрета почек, который используется при сооружении гнезда. Специфический запах секрета не только сигнализирует другим рыбам, что участок занят, но и помогает хозяевам находить его, если они заблудились, убегая от хищника или в процессе поиска пищи.

«Запаховая память» работает у тропических рыбок-клоунов, или амфиприонов (Amphiprion), и их близких родственников – Premnas. Способность помнить и распознавать запах своего «дома» помогает этим рыбам расселяться и возвращаться в «свою» актинию. Ведь амфиприоны и им подобные рыбы живут в симбиозе с крупными актиниями, под защитой их щупалец. Тут же, в непосредственной близости от актинии, развивается икра амфиприонов и появляются на свет мальки, которые затем разносятся течением. Но прежде чем покинуть родную актинию, молодь запоминает ее запах. Ведь далеко не каждая актиния, молодь запоминает ее запах. Ведь далеко не каждая актиния, молодь запоминает ее запах. Ведь далеко не каждая актиния, молодь запоминает ее запах. Ведь далеко не каждая актиния, молодь запоминает ее запах.

равномерно по пищевым и территориальным нишам. У большинства рыб орган обоняния хорошо развит и располагается на верхней поверхности головы впереди глаз. Но у эволюционно древних хрящевых рыб, а из костных – у двоякодышащих органы обоняния находятся на нижней части головы. Как правило, у рыб «нос» парный и обонятельные отверстия хорошо заметны на голове. У некоторых рыб (колюшковых, саргановых, помацентровых и некоторых других) обонятельное отверстие одно. А у иглобрюха ноздри вообще отсутствуют, а орган обоняния помещается внутри щупальцеобразного выроста, выступающего над поверхностью головы. Если обонятельных отверстий два, через одно из них вода засасывается, а через другое – выбрасывается наружу. Втянутая внутрь вода попадает в носовую или обонятельную полость (носовой мешок), на дне которого располагаются обонятельные складки, составляющие обонятельную розетку. Поверхность складок покрыта обонятельным эпителием. У некоторых рыб в органе обоняния имеются так называемые дополнительные вентиляционные обонятельные мешки. Они предназначены для вентиляции носовой полости и для продукции обонятельной слизи. Рецепторные клетки в мешках отсутствуют, но благодаря им через специально развивающееся отверстие может возникать связь между органом обоняния и ротовой полостью.

### Практическое применение

Собираясь использовать ароматизаторы, сначала подумайте, за какими рыбами вы отправляетесь на рыбалку. Например, большинство пелагических планктофагов и хищников при поиске пищи используют преимущественно зрение. Но есть достаточно большая группа рыб (донные, ночные, глубоководные и другие), у которых за пищевой по-



Наука и практика

В зависимости от широты спектра воспринимаемых запахов и уровня чувствительности к этим запахам рыбы делятся на две группы: макросматиков, реагирующих на широкий спектр запаховых стимулов и проявляющих к ним высокий уровень обонятельной чувствительности, и микросматиков, реагирующих только на ограниченный набор запахов. Это принципиальный момент при выборе ароматических добавок (или аттрактантов). Рыболовы должны достаточно точно представлять особенности обо-

нятельной системы и спектр воспринимаемых веществ конкретной рыбы. Следует помнить, что обонятельная система рыб характеризуется медленной адаптацией (снижением чувствительности к действующему запаховому стимулу). Благодаря этому не происходит привыкания и запаховые раздражители сохраняют свое сигнальное значение в течение длительного времени. Это крайне важно для того, чтобы рыбы могли ориентироваться по источнику запаха и перемещаться к нему.

но использовать мед, сахар, чеснок, мускус, бакалейные пряности, лавровишневые и валериановые капли, анисовое, конопляное, укропное, льняное и подсолнечное масла, ванилин, халву, пряную гвоздику. К этому же ряду можно смело отнести камфару, керосин, ассафетид, скипидар, креатинин, экстракт зоопланктона, молочную, глициновую, аспарагиновую, глутаминовую аминокислоты и бальзам «Звезда». Здесь перечислены строго обонятельные (запаховые) аттрактанты. Вкусовая же система со своими аттрактантами – это отдельная тема.

ность обонятельных рецепторов, поэтому они не могут чувствовать запахи с максимального расстояния. В таком случае, желая привлечь рыбу, увеличивайте концентрацию привлекающего вещества. Следует учитывать температуру воды (и воздуха) для подбора правильного растворителя: летом подойдут и спирт, и глицерол, и масло, а зимой – только спирт. Летом же спирт менее эффективен, чем глицерол или масло. Кстати, чем холоднее вода, тем активнее рыбы реагируют на все натуральное. Правда, ароматизаторы на натуральной основе предпочтительнее всегда, если учесть вред от любой химии для водоема, рыбы и для ее потребителя. Если на одном небольшом замкнутом водоеме собирается много любителей половить рыбу, которые используют ароматические добавки, это губительно и для водоема, и для рыбы, а также плохо сказывается на беспозвоночной фауне (кормовой базе рыб), которая может погибнуть даже от небольшого избытка ароматизаторов в воде. Так что всегда старайтесь придерживаться чувства меры, тем более что есть рыбу, пропитанную сильными запахами, удовольствия не доставляет. В силу чрезвычайной чувствительности обоняние рыб в первую очередь страдает от загрязнения водоемов. Особенно опасны для нее соединения тяжелых металлов и детергенты. Даже очень кратковременное, в течение нескольких секунд, воздействие этих веществ на обонятельную систему рыб приводит к быстрому разрушению обонятельного эпителия и к полной потере возможности воспринимать любые запахи, а в дальнейшем и к сбоям в пищевом поведении. Если воздействие отравляющих веществ было не очень сильным, обоняние со временем восстанавливается и рыба сможет снова питаться. Так что старайтесь бережливее относиться и к рыбе, и к ее обонянию, и к остальным обитателям водоема.



Для карпов обоняние является опознавательной системой «свой-чужой».

иск отвечает обоняние (к таким относятся представители осетровых, сомовых, угрей, акул, карповых). Химических веществ, являющихся запаховыми стимулами для рыб, очень много. Это и

органические и неорганические экстракты, промышленные смывы, продукты жизнедеятельности других обитателей водоема, а также растений. В качестве натуральных ароматических добавок мож-

Очень важно учитывать сезон. Чем холоднее вода, тем хуже растворяются в воде химические вещества и «дальность» их действия заметно падает. К тому же с похолоданием воды у рыб снижается чувствитель-

Фото: С. Горланов (4)

**Многие рыбы используют обоняние и химические вещества в оборонительном поведении не только вовремя почуяв опасный запах рядом, но и сами могут выделять отпугивающие вещества – алломоны.**



15 новых серий воблеров в 2011 году



**TSURIBITO  
DEEP SHAKER 100F/120F**



**TSURIBITO  
DEEP CRANK 80F/90F**

**Рыболовные снасти нового поколения**









Спрашивайте во всех рыболовных магазинах страны!

Эксклюзивный дистрибутор Tsuribito в России и странах СНГ:

Москва (Центральный офис): Московская область, Химкинский район, мкр. Сосна, ул. Неродова, стр. 1, вл. 1, +7 (495) 730-75-14, Санкт-Петербург: ВО, Большая стр. д. 37, +7 (812) 322-58-37, Екатеринбург: ул. Индустриальная, д. 104, оф. 20, +7 (343) 320-24-10, Новосибирск: ул. Фурманов, д. 57/1, +7 (383) 250-05-33, Ростов-на-Дону: ул. Станиславского, д. 170/10, +7 (863) 282-26-61.

Все товары Tsuribito представлены в розничных центрах АДРЕНАЛИН.РУ:

Москва: Малая Сухаревская площадь, дом 1, +7 (495) 38-030-32; ул. Смоленская, д. 53Б, ТЦ "Экстрим" пав. Е1, Д28, +7 (495) 780-32-05, МКАД-ЮЗ, внешняя сторона, 18 км, ТЦ "Спорт-Экстрим", +7 (495) 780-32-75, Московская область: г. о. Химки, мкр. Сосна, ул. Неродова, стр. 1 вл. 1, +7 (495) 710-74-70; Химкинский р-н, д. Кирпичовка, д. 7, Пятигорское ш.; Санкт-Петербург: ВО, Большая проспект, д. 37, +7 (812) 777-77-01; Выборгские шоссе, д. 4Б, +7 (812) 777-77-01; Нижний Новгород: ул. Белинского, д. 100, +7 (831) 426-30-63; Новосибирск: ул. Мисан д. 50, +7 (383) 210-55-26; ул. Фурманов, д. 57/1, 2 этаж, +7 (383) 25-003-33; Екатеринбург: Космонавтов проспект, д. 96Б, +7 (343) 344-32-77; Рязань-на-Дону: ул. Станиславского 120/10, +7 (863) 282-26-62.

Интернет-магазин: [www.adrenalinn.ru](http://www.adrenalinn.ru)    Заказ товара с доставкой: +7(495) 368-80-33

[www.tsuribito.ru](http://www.tsuribito.ru)