

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

М.М. Усов, О.В. Усова

ЭТОЛОГИЯ РЫБ

*Методические указания
по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся по специальности
6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура*

**Горки
БГСХА
2024**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

М.М. Усов, О.В. Усова

ЭТОЛОГИЯ РЫБ

*Методические указания
по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся по специальности
6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура*

Горки
БГСХА
2024

УДК 639.3 (072)

*Рекомендовано методической комиссией факультета
биотехнологии и аквакультуры . .2024 (протокол №)
и Научно-методическим советом БГСХА . .2024 (протокол №)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. М. Усов*;
старший преподаватель *О. В. Усова*

Рецензент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И.С. Серяков*;

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Тема 1. Изучение территориального поведения рыб.....	4
Тема 2. Исследование пищевого поведения рыб.....	6
Тема 3. Изучение пассивно-оборонительных поведения рыб.....	10
Тема 4. Изучение пассивно-оборонительных форм поведения рыб.....	12
Тема 5. Исследование поведенческих реакций рыб при нересте.....	16
Тема 6. Изучение заботы о потомстве у рыб.....	18
Тема 7. Изучение локомоции рыб.....	25
Тема 8. Изучение таксисов, влечений и предпочтений у рыб.....	28
Тема 9. Изучение условных рефлексов и других форм приобретенного поведения рыб.....	33
Тема 10. Изучение поведения рыб при ведении рыболовства.....	35
Тема 11. Изучение гормонального влияния на поведение рыб.....	40
Тема 12. Изучение поведения рыб при ведении рыбохозяйственной деятельности.....	42
Тема 13. Изучение влияния атмосферного давления на поведение рыб.....	46
Тема 14. Изучение особенностей зимнего поведения рыб.....	50
Литература.....	53

Этология рыб : методические указания по изучению дисциплины /
М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2024. – 54 с.

Приведены методические указания по изучению учебной дисциплины «Этология рыб». Методические указания подготовлены в соответствии с учебной программой для высших учебных заведений по данной специальности.

Для студентов, обучающихся по специальности 6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2024

ВВЕДЕНИЕ

Поведение рыб – система взаимосвязанных действий особей вида и целых популяций, осуществляемых с целью реализации их функций в соответствии с требованиями внутренней и окружающей среды.

Этология рыб (от греч. *ethos* – привычка, нрав, поведение) – наука о биологических основах и закономерностях поведения рыб. Она изучает целостное поведение рыб, которое рассматривается как проявление преимущественно двигательной активности, обеспечивающей рыбам приспособление к окружающей среде.

Для каждого вида рыб поведение специфично и обеспечивается сочетанием врожденных и выработанных в процессе онтогенеза рефлексов. Оно определяется сезонными изменениями условий обитания и свойствами воды. Характер взаимодействия организма рыбы с элементами среды в значительной степени зависит от физиологического состояния организма (возраст, упитанность и т.д.).

Знание поведенческих реакций рыб, обоснование путей и способов управления поведением рыб в целях ведения рационального рыбного хозяйства, их правильного селективного облова, сохранения и увеличения численности ценных промысловых видов рыб и подавления численности малоценных и вредных видов в настоящее время в условиях промышленного рыбоводства приобретают абсолютно важное значение.

В водах Мирового океана обитает около 22 тыс. видов рыб, 60 тыс. видов моллюсков, 20 тыс. видов ракообразных, 10 тыс. видов растений. Подсчеты показывают, что без существенного ущерба для запасов ежегодно можно вылавливать 180–200 млн. тонн рыбы. Этого можно достигнуть только на основе рационального ведения промысла. Знания о поведении рыб обязательно должны быть использованы для разработки принципиально новых приемов и орудий лова, совершенствования существующей техники и тактики рыболовства, разработки новых приемов управления движением рыб.

Регулируя поведенческие реакции, работники рыбного хозяйства смогут увеличить рыбопродуктивность, сократить затраты корма, труда на выращивание рыбы, свести к минимуму воздействия внешней среды, вызывающие стресс и другие нежелательные явления.

Тема 1. ИЗУЧЕНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Цель занятия: изучение особенностей территориального поведения рыб и закономерностей его возникновения.

Материалы и оборудование: плакаты, аквариумные рыбы.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) законспектируйте основные положения по территориальному поведению рыб;
- 3) проанализируйте распределение аквариумных рыб по объему аквариума.

Территориальным поведением называют привязанность к той или иной ограниченной территории. Часто эта территория защищают от других рыб. Рыба длительное время живет на избранной территории, и, если ее насильно выселить, она стремится возвратиться обратно. Территориальное поведение наблюдается как у молоди, так и у половозрелых особей. Оно может быть связано с обеспечением пищей, охотничьими угодьями, убежищами или нерестилищами.

Лучше всего исследовано территориальное поведение лососевых рыб, но многое известно также о территориальном поведении некоторых обитателей прибрежий и рифов, более доступных наблюдениям, а также о поведении рыб, которых содержат в аквариумах. Одним из наиболее исследованных в этом отношении видов является трехиглая колюшка.

Во многих популяциях территориальное поведение рыб не является обязательным. Подходящей территории не всегда хватает для всех особей. Не нашедшие свободного участка особи могут вести бродячий образ жизни. Такое явление наблюдается у многих рифовых рыб в морях и реках Японии, у молоди лососей в реках Дальнего Востока.

Примером является исследование М. Пакке и Н. Пила (1978) молоди кижуча в реке Салмон в Британской Колумбии. Они обнаружили на перекатах типичных территориальных «резидентов», а на плесах – типичных «бродяг». «Резиденты» 76 % своего времени находились в покое на своих участках, 3 % посвящали свободному плаванию, 13 % – питанию, 5 % времени были заняты стычками с соседями на границах охраняемых участков. «Бродяги» все время находились в движении, причем 2–10 % времени их занимали стычки и столько же питание. Энергии на движение тратят больше, естественно, бродячие особи, чем оседлые.

У мальков семги территориальное поведение появляется по достижении длины 6,5 см, когда рыба переходит на большие глубины обитания (более 30 см) с крупными камнями и скоростью течения 50–60 см/с. Их охраняемая территория имеет площадь порядка 1 м². Однако она может иметь и большую площадь. В экспериментальных условиях показано, что чем больше корма, тем меньше охраняемая территория и частота стычек с соседями.

Лососевые в ручьях питаются в основном сносом – пищевыми объектами, которые несет поток. Они потребляют также рыбу, которую проще подстеречь в засаде – у камней, коряг и прочих укрытий. Однако укрытия необходимы и самим лососям, так как за ними также охотятся рыбоядные птицы, звери и более крупные рыбы. Например, важнейшими врагами молоди семги в реках Кольского полуострова являются щуки и чайки.

Территориальное поведение, связанное с питанием и убежищами, характерно не только для животной и хищных рыб, но также и для растительной, которые охраняют свои «уголья», обеспечивающие пропитание.

При перенаселении рыбы могут пользоваться общей территорией, образуя на ней иерархическое сообщество. Главной рыбой обычно является наиболее крупная и драчливая. Рыбы в сложившемся сообществе знают и помнят друг друга, их иерархический ранг обычно установлен, но может поменяться в результате, например, болезни одной из особей.

Домашние участки имеются и у щук. Их размеры, естественно, различны у щук разной величины. Щурят-сеголетков можно обнаружить в метре друг от друга. Крупные щуки контролируют гораздо большие участки. Домашние участки американских щук – маскинонгов в озерных протоках имеют длину 300–800 м. В озерах это площади порядка 300 м в поперечнике. Домашние участки щук могут перекрываться. Как регулируются соседские отношения щук, пока неизвестно, хотя ясно, что более мелкие особи становятся добычей более крупных. Щуки, перенесенные со своих домашних участков в другие места, стремятся вернуться, находя дорогу прежде всего по запаху. Они движутся к дому со средней скоростью 1 км в сутки.

Наличие убежищ на домашнем участке весьма существенно, и керамические или бамбуковые трубки в водоемах и бассейнах для выращивания угрей сильно сокращают каннибализм и позволяют многократно увеличить плотность посадки рыб. Убежищами могут служить не только предметы, но и живые организмы – актинии, звезды, медузы, акулы.

Некоторые рыбы придерживаются привычных участков, но не охраняют их от других особей – например, карп, лещ, плотва, пескарь. Привязанность к территории бывает связана также с нерестовым периодом.

Некоторые не территориальные рыбы становятся территориальным в нерестовый период. Примерами являются колюшки, некоторые цихлиды, бычки и многие другие.

Чаще нерестовым «резидентом» является самец, который выбирает территорию, сооружает гнездо, привлекает самку, но иногда на территории хозяйничает пара рыб.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлено территориальное поведение рыб?
2. Кто такие «резиденты» и «бродяги» в аспекте территориального поведения?
3. Какие особенности имеет территориальное поведение при нересте рыб?

Тема 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Цель занятия: изучение основных форм пищевого поведения рыб.

Материалы и оборудование: плакат, корма различного происхождения, аквариумы, аквариумные рыбы.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) изучите качество воды из различных источников.

Пищевое поведение лежит в основе важнейшей жизненной функции рыб – питания, имеющего определяющее значение как для отдельной особи, так и для популяции и вида в целом. Ведущую роль в сенсорной регуляции заключительной фазы пищевого поведения рыб играет вкусовая рецепция, которая обеспечивает оценку вкусовых свойств пищи и ее соответствие потребностям рыб, а также потребление рыбами адекватных кормовых объектов.

Подавляющее большинство рыб питается животным кормом, гораздо меньшее число видов – растительностью и детритом. При питании водной растительностью рыба (амур, кефаль и др.) хватается растения челюстями и отрывает, делая резкое движение всем телом.

Некоторые растительноядные рыбы питаются фитопланктоном –

например, белый толстолобик, некоторые сельдеобразные. Способ питания фитопланктофагов и некоторых зоопланктофагов сходен – фильтрация.

Рыба, широко раскрыв рот и как бы зафиксировав его, с умеренной скоростью плавает в скоплении планктона. При взгляде спереди в этом случае хорошо видно, что жаберный аппарат представляет собой пре-красно сконструированную планктонную сеть.

При питании зоопланктоном возможно и хватание планктонных организмов поодиночке. Это характерно для мелких и малоротых планктофагов – например, колюшки, сигов, корюшек, плотвы, окуня.

Типичными фильтраторами являются толстолобики, веслонос, анчосы, гигантская и китовая акулы. Достаточно крупный зоопланктон (дафнии, циклопы, калянус), а также нектонные кормовые организмы (мизиды, креветки, криль, равноногие раки и др.) подвижны, активно избегают поедания рыбами, поэтому требуют прицеливания, броска, а порой и погони.

Тактика питания рыбы в этом случае заключается в том, чтобы приблизиться к кормовому организму почти вплотную и втянуть его в ротовую полость путем резкого увеличения объема ротовой полости.

Стереотип пищедобывательного поведения может меняться. Хамса переходит от охоты, схватывания отдельных организмов к фильтрации, плаванию с широко раскрытым ртом при концентрации коловраток (0,4 мм) более 0,4 мг/л, науплиев ракообразных (0,7 мм) – более 1 мг/л, акарции (1 мм) – более 2 мг/л. Более крупные особи хамсы переходят на фильтрацию при меньшей плотности планктона. Фильтрация мелких форм планктона происходит с одинаковой интенсивностью и днем, и ночью.

По стратегии пищевого поведения всех рыб делят на *охотников*, способных вести активный поиск объектов питания, и *пастбищных рыб*, не преследующих своих жертв.

Среди первых различают *угонщиков*, *засадчиков* и *хищников выслеживающего типа*. *Угонщики* обитают на открытых участках больших водоемов, способны длительное время поддерживать высокую двигательную активность, обладают хорошо развитым зрением, что позволяет им питаться в светлое и сумеречное время суток.

Засадчики подкарауливают добычу в зарослях или других укрытиях. Для рыб этой группы характерна защитная окраска и мимикрия.

Стратегия пищевого поведения *хищников выслеживающего типа* за-

нимает промежуточное положение между первыми и вторыми. Разыскивая корм, они перемещаются с небольшой скоростью, обследуя места обитания потенциальных жертв, которые или не способны к высокой подвижности, или резко снижают ее в ночные часы. При этом используется зрение, обоняние, боковая линия, слух, тактильная рецепция.

Пастбищные рыбы не преследуют и активно не нападают на потенциальных жертв и, как правило, не схватывают их поштучно.

Авторы выделяют в пищевом поведении любых рыб пять фаз: рецептивную, фазу пищевого возбуждения, фазу поиска пищи, консуматорную фазу и фазу покоя.

Рецептивная фаза сопровождается усилением пищевой мотивации и отражает готовность рыб реализовать пищевое поведение при наличии сигнала и адекватных внешних условий. Характерные элементы поведения, за исключением повышенной двигательной активности, отсутствуют. Повышенная двигательная активность в период рецептивной фазы отчетливо выражена у не территориальных рыб, свободно перемещающихся по значительным акваториям (обитателей морской или океанической пелагиали и эпипелагиали, придонных рыб, многих пресноводных рыб : акулы, тунцы, скумбрии, многие карповые и др.) и отсутствует у рыб, ведущих территориальный образ жизни (хищников-засадчиков).

Фаза пищевого возбуждения кратковременна и связана с получением рыбами сигнала, свидетельствующего о появлении потенциальной добычи. Она сопровождается незначительными изменениями в поведении: усиление ритма и амплитуды оперкулярных движений, широкое открытие рта, сглатывание или «кашель», движения глаз, подергивание плавниками, вздрагивание и изменение позы.

Фаза поиска пищи (пищевой поисковой реакции) наступает при условии продолжающейся пищевой стимуляции и сопровождается существенными изменениями поведения. Заканчивается фаза локализацией источника сигнала. Фазу поиска пищи разделяют на *субфазы дальнего и ближнего поиска*. У рыб, питающихся агрегированными жертвами (планктонные и бентосные кормовые организмы), реализация дальнего поиска приводит к отысканию участка питания (кормового пятна). Дальний поиск обеспечивается сенсорными системами, имеющими наибольшую дистантность действия: обоняние и слух. Ближний поиск основывается на сенсорных системах, обладающих меньшей дистантностью действия, но позволяющих строже ориентироваться на источник пищевого сигнала, выполнить прицельный бросок и схватить

жертву, таких, как зрение, рецепторная система боковой линии, электрорецепция и некоторые другие. Фаза поиска пищи характеризуется необычайным разнообразием форм проявления, зависящим от образа жизни, общей стратегии пищевого поведения, степени развития и участия сенсорных систем в поиске жертвы.

Консуматорная фаза пищевого поведения наступает с момента локализации кормового объекта и заканчивается его заглатыванием или окончательным отвержением. Эту фазу подразделяют на четыре суб-фазы: 1) предварительная оценка качества добычи и ее соответствия пищевым потребностям особи; 2) атака; 3) подготовка добычи к заглатыванию; 4) окончательная оценка качества добычи, ее заглатывание или отвержение.

Предварительная оценка качества потенциальной жертвы осуществляется рыбой по ряду «диагностических» признаков: особенности окраски, формы. Если обнаруженная жертва обладает привлекательными для рыбы признаками, происходит атака. Субфаза атаки наиболее ярко выражена у рыб-хищников, захватывающих жертв поштучно. Для некоторых рыб (щука, угорь, сом и др.) характерно принятие специфических поз перед броском. После схватывания многие рыбы выполняют манипуляции, связанные с подготовкой добычи к заглатыванию: переориентация жертвы у рыбадных хищников, дробление добычи челюстными или глоточными зубами у моллюскоедов, использование специальных приемов, позволяющих избавиться от частиц грунта, у рыб-бенитофагов. Окончательная оценка качества добычи осуществляется сенсорными системами, рецепторные структуры которых располагаются в ротовой полости.

Фаза покоя наступает после достижения особью определенной степени накармливаемости и характеризуется отсутствием ответов рыб на пищевые сигналы любой модальности. В наибольшей мере переход в эту фазу свойствен хищникам-засадчикам, которым на переваривание крупной жертвы требуется значительное количество времени. Фаза покоя у рыб может быть также связана с определенным физиологическим состоянием, временем суток и сезоном, например, с осенним понижением температуры воды, периодом миграций у лососевых и осетровых, болезнью рыб и т.д.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию рыб согласно спектру их питания.

2. На какие группы по стратегии питания делятся все рыбы?
3. Назовите фазы пищевого поведения рыб.
4. На какие четыре субфазы делится консуматорная фаза?

Тема 3. ИЗУЧЕНИЕ АГРЕССИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Цель занятия: изучение природы и форм агрессивного поведения рыб.

Материал и оборудование: рыбы различных видов, источник раздражения.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) изучите влияние различных раздражителей (например, хищной рыбы) на мирных рыб.
- 3) изучите агрессивное поведение в аквариумальной.

Агрессивное поведение имеет целью прогнать неуютную особь своего или чужого вида, чтобы защитить охраняемый участок территории, обеспечивающий пропитание, убежище или нерестилище. Поэтому агрессивность характерна для оседлых, как правило, донных рыб со сложным поведением.

Не наблюдается агрессивности у карпа и других карповых рыб, у сельдей, ставрид, тунцов и других стайных мирных и хищных рыб, обитающих в пелагиали и вблизи дна.

При конкуренции за корм или при нересте у таких неагрессивных видов одна особь может получить преимущество перед другой в силу большего размера или скорости, но агрессивных актов не наблюдается.

Агрессивность выражается в толчках, укусах, приносящих вред или неприятные ощущения, а также в демонстративных угрожающих действиях и позах. Агрессивные действия могут быть направлены против соседа, соперника или врага. Стычки с соседями и соперниками, при которых наблюдается противостояние или драка, называются еще агонистическими формами поведения.

Наиболее обычны агонистические действия особей, охраняющих кормную территорию от особей своего вида. Это, как правило, рыбы или ювенильные (например, мальки лососевых), или находящиеся в межнерестовом состоянии. Встретившись на границе участка, соперники обычно поворачиваются боком, чтобы показать какие-нибудь обычно имеющиеся контрастные пятна.

Среди разных видов рифовых окунеобразных распространен «киссинг» (целование), когда рыбы сближаются с угрожающе раскрытыми ртами.

Враждебные действия мурен и барракуд могут выражаться в выпадах и укусах, они даже могут набрасываться на человека.

Следует отличать агрессивное действие от пищевого поведения. Нападающая пиранья или акула имеет целью утолить голод, а не прогнать. Агрессивность может выражаться в издавании рыбами угрожающих звуков, которые, естественно, легче услышать с помощью специальной аппаратуры, чем «невооруженным ухом». Это различные скрипы, стуки и кудахтанья, значение которых понятно прежде всего особям своего вида.

Агрессивные действия в период ухаживания обычно направлены против самцов своего вида и наблюдаются только у самцов. Они могут быть спровоцированы помещением в аквариум зеркала или изображения самца. При этом необязательно полностью имитировать все подробности внешнего вида соперника, достаточно изобразить его сигнальные, наиболее характерные черты.

Агрессивность готовых к нересту самцов колюшки вызывают модели, окрашенные сверху в голубой, а снизу в красный цвет. Форма модели, наличие глаз, плавников значительной роли не играют. Самец колюшки, защищающий гнездо, бросается на любой предмет, даже на палку.

При совместном использовании территории ограниченным числом особей одного вида (от двух до десяти) образуется иерархия с доминированием и подчиненностью. В таком сообществе рыбы помнят друг друга и при встрече не выясняют ранг каждый раз: доминирующая особь демонстрирует агрессивность, а подчиненная ретируется или принимает подчиненную позу.

Подчиненные радужные форели становятся вверх головой в углу аквариума, петушки бледнеют и складывают плавники, ротаны быстро уплывают и затаиваются. В стаях акул широко распространены угрозы. Акулы специфическим образом выгибаются, как перед укусом.

Турнирные действия самцов некоторых аквариумных рыб весьма грациозны и живописны: макроподы, увидев друг друга, ярко окрашиваются, растопыривают непарные плавники, становятся боком друг к другу, головой к хвосту и дрожат. Турнир выигрывает, по-видимому, тот, кто дольше «выдерживает марку». Нечто подобное наблюдается у харациновых кардиналов. Упорные поединки наблюдаются у бойцовых

рыбок. Они часто заканчиваются серьезными ранениями соперников. Цихлидовые рыбы при встрече с соперником растопыривают плавники и жаберные крышки, спинороги колотят себя плавниками по бокам.

Следует сказать, что при совместном содержании большого числа рыб, например, форелей, тилапий, агонистические акты пропадают или ослабевают, поведение становится как у стайных эквипотенциальных рыб. При содержании в аквариуме или лотке нескольких десятков таких агрессивных рыб, как форели, молодь лососей, ротаны, макроподы, агонистические действия, как правило, не наблюдаются.

В естественной среде подчиненная особь при агрессии доминантной обычно уходит на некоторое расстояние. Агрессивная особь время от времени без видимых причин проявляет свое превосходство.

Соседствующие особи получают территории также в соответствии со своими силами. Более мощная и настойчивая особь обладает обширным и удобным участком, более слабая при стычке отступает к центру участка, где ее упорство увеличивается, а напор агрессора снижается.

Контрольные вопросы

1. Какое поведение рыб называют агрессивным?
2. Приведите примеры агрессивного поведения рыб.
3. Как проявляются агонистические действия у различных видов рыб?
4. Назовите причины появления агрессивного поведения у рыб.

Тема 4. ИЗУЧЕНИЕ ПАССИВНО-ОБОРОНИТЕЛЬНЫХ ФОРМ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Цель занятия: изучение пассивно-оборонительных форм поведения рыб.

Материалы и оборудование: аквариумные рыбы различных видов, различные раздражители.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) проведите исследования в аквариумальной по оценке пассивно-оборонительных форм поведения у различных рыб.

Пассивно-оборонительные формы поведения проявляются при воздействиях, пугающих рыб или причиняющих им неприятные ощущения (табл. 1).

Эти воздействия могут быть следствием абиотических факторов – перемены температуры воды, сильного изменения освещенности, неожиданных звуков, электрического воздействия, раздражающих или дурно пахнущих веществ. Могут вызвать пассивно-оборонительное поведение и биотические факторы – нападение хищника, агрессивно настроенной особи.

Пассивно-оборонительные реакции заключаются в кинезах, т. е. ненаправленном движении, бегстве, различных избегающих маневрах, затаивании, уходе в убежище. Пассивно-оборонительные действия возможны как для одиночных, так и для стайных рыб.

Т а б л и ц а 1. Формы пассивно-оборонительного поведения рыб

Виды поведенческих реакций	Обстоятельства	Вид рыб
Бурная беспорядочная активность	Пугающие стимулы, появление хищника, внезапные звуки, тень, свет, удар тока	Все виды рыб, особенно стайные, – хамса, песчанки, верховка
Маневры (веерообразный, Ф-образный, круговой)	Нападение и преследование хищника	Мелкие стайные рыбы
Постепенный уход	Постоянно раздражающий фактор – плохое качество воды, запах, недостаток кислорода, шум	Все виды рыб
Затаивание после побега в случайном укрытии	Нападение хищника, упорное преследование	Одиночные донные рыбы – колошки, бычки; не охраняющие территорию – карповые
Спокойный уход в известное убежище	Появление хищника или преследователя	Донные рыбы, охраняющие территорию, – форель, собачки, бычки подкаменщики
Использование в качестве убежища опасных животных – медуз, актиний, голотурий, акул	Постоянное обитание	Молодь тресковых, морских окунеобразных, фиерасфер, рыбы-клоуны, прилипалы, лоцманы
Использование колючек и ядовитых шипов	Нападение хищника	Колошки, скаты, скорпены, звездочеты, дракончики и др.
Использование выделяемых в воду ядов	Появление хищника	Некоторые виды морских языков
Использование электрических разрядов	Нападение или тревога	Различные виды электрических рыб

Разным видам рыб свойственны одни и несвойственны другие формы поведения. Затаивание, использование убежищ характерно для придонных рыб, согласованные маневры – для стайных пелагических рыб.

Однако первичная реакция на сильный пугающий стимул имеет очень распространенный характер и может даже считаться универсальной – это одна из форм кинеза, мобилизационно-паническая реакция. Она возникает почти мгновенно и выражается в быстром хаотическом движении.

Одиночная рыба движется зигзагами, стайные рыбы могут двигаться по замкнутым траекториям, оставаясь в объеме, занимаемом стаей. В соответствии с максимальной частотой сокращений туловищной мускулатуры (15–30 раз в секунду) максимальная скорость плавания при мобилизационно панической реакции может быть 10–20 длин тела в секунду.

Бурная беспорядочная активность уменьшает эффективность внезапного нападения хищников (рыб, рыбоядных птиц, зверей). Далее следуют адаптивные, адекватные ситуациям формы поведения, характерные для данного вида, – направленный уход, стайный маневр. При вялом броске хищника стая рыб сначала рассыпается веером, затем снова соединяется в стаю. При энергичном броске хищника в объем, занимаемый стаей, рыбы обычно осуществляют так называемый Ф-образный маневр – стая расступается и снова соединяется позади хищника.

При попытках хищной крупной рыбы преследовать мелких рыб они используют свою способность более быстро двигаться по меньшей окружности, чем крупная рыба.

Стайные рыбы стремятся не отбиваться от стаи, которая является как бы их убежищем. Одиночные рыбы и рыбы, отбившиеся от стаи, ищут другие убежища.

Мелкие пелагические рыбы могут после нескольких рывков затаиться под блестящей поверхностью воды, чему способствует их специфическая серебристая окраска. Они также пытаются дезориентировать хищника, многократно выпрыгивая из воды.

Крайним выражением такой оборонительной реакции является полет летучих рыб, которые, разогнавшись, выскакивают из воды, направляют плавники и могут планировать над водой до нескольких десятков метров, удаляясь от преследователя.

Придонные рыбы при настойчивом преследовании могут с разгона забиваться в ил – например, колюшки, карповые. Многие камбало-

вые, оторвавшись от преследования, особыми вибрирующими движениями закапываются в песок. Временным убежищем могут служить водоросли, камни, коряги.

Многие оседло живущие виды рыб имеют постоянные убежища, где они скрываются в случае опасности. Это рыбы, живущие у дна, поблизости от субстрата с развитой поверхностью. Естественные и искусственные рифы всегда заселены специфическими видами, тяготеющими к укрытиям. В Черном море это скорпены, каменные окуни, зеленушки, морские собачки, горбыли; на Балтике – бычки-рогатки; в дальневосточных морях – терпуги, бычки; в тропических морях – огромное разнообразие рифовых рыб.

Некоторые виды рыб в убежищах проводят все светлое время суток, а в сумерках и ночью активно охотятся.

Особым видом пассивной обороны является использование колюче-перости, которая нередко дополняется наличием ядовитых желез.

Растопыренные колючки, жесткие плавниковые лучи, жаберные крышки увеличивают внешние размеры рыб, и при помощи них наносятся травмы хищникам при попытке проглотить.

Растопыривают колючки различные виды колюшковых – трехиглая, девятииглая, тринадцатииглая; оттопыривают колючие жаберные крышки бычки-рогатки, скорпены, звездочеты, дракончики.

Рыба-хирург выпускает острые шипы на хвостовом стебле различных видов колючих скатов, делают резкие движения. Рыба-еж раздувается и растопыривает колючки, заглатывая огромное количество воды.

Бегство или затаивание происходит, когда пугающий объект переходит порог реагирования, степень приближения к рыбе. Пороговое расстояние меняется в зависимости от обстоятельств.

Личинки обычно реагируют на прикосновение или сильный гидравлический стимул. По мере роста расстояние реагирования увеличивается как абсолютно, так и относительно.

К объекту, не вызывающему тревоги, происходит привыкание. Рыбы приучаются брать корм из рук, не избегать прикосновений. Отвлекающие занятия, такие как противостояние потоку, нерестовое поведение, могут уменьшить расстояние реагирования.

Активный лов и охота делают рыб более пугливыми.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды пассивно-оборонительных форм поведения.

2. Охарактеризуйте формы проявления пассивно-оборонительного поведения?

Тема 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ РЫБ ПРИ НЕРЕСТЕ.

Цель занятия: изучение основных поведенческих реакций рыб при нересте.

Материалы и оборудование: аквариумные рыбы различных видов, различный нерестовый субстрат.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) определите формы полового поведения у нерестящихся в аквариуме рыб.

Нерест имеет целью оплодотворение икринок сперматозоидами самцов. Выделяют внешнее и внутреннее оплодотворение рыб.

При внешнем оплодотворении икра и сперма должны быть выметаны одновременно в непосредственной близости. При внутреннем оплодотворении сперма вводится в полость тела самки при помощи совокупительного органа самца, который развивается из анального и брюшных плавников или даже мочевого пузыря.

Нерестовое поведение может иметь у разных видов рыб разную степень сложности. В наиболее простом случае самки и самцы собираются в одном месте, имеющем для них привлекательность. Выделение феромонов стимулирует их созревание и одновременное выметывание половых продуктов. Так происходит нерест океанических сельдей, при котором вода бывает мутной от спермы, а субстраты густо облеплены клейкой икрой. Успех нереста в этом случае обеспечивается также и тем, что в морской воде спермии существуют довольно долго.

Калифорнийские атериновые рыбки грунионы нерестятся на пляжах при максимальном приливе, зарываясь в песок в момент максимального заплеска волны. Приблизительно так же происходит нерест мойвы.

Несколько сложнее нерестовое поведение некоторых карповых рыб. Самцы голянов в речках Кольского полуострова собираются стайками на быстрых и очень мелких галечных перекатах. Самки заплывают в такую стаю и «выстреливают» порцию икры. Одновременно самцы выпускают облачко спермы. Оплодотворенная икра заносится течением под камни и там прилипает.

У карпов наблюдается уже некоторое индивидуальное действие, хотя за одной самкой могут гоняться несколько самцов. По-видимому, такое преследование и нападение с боков вызывает у нее икрометание.

У некоторых карповых, например, у вьюнов, наблюдается дальнейшее усложнение нерестового поведения – в частности, обвив самцом самки.

У лососевых рыб встречаются все переходы нерестового поведения от простого нереста ленков до рытья нерестовых гнезд лососями.

Необходимым условием одновременного созревания и успешного нереста рыб является наличие определенных для каждого вида действий, наличие нерестового субстрата, определенного температурного режима.

Большое разнообразие нерестового поведения встречается в отряде окунеобразных. Наиболее сложное поведение у бычков, которые приклеивают икру к нижней поверхности камней, очищая их предварительно от обрастаний. Самец защищает кладку и способствует ее аэрации.

Внутреннее оплодотворение наблюдается у карпозубых, некоторых морских окуней, сомовых и акулловых рыб. Естественно, такое оплодотворение возможно только при положительной реакции самки на самца. Поэтому спариванию предшествует некоторый ритуал. Хорошо изучено половое поведение самцов гуппи. Самцы и самки живут одной стайкой. Самки значительно крупнее самцов, но скромно окрашены. Самцы мелкие, ярко окрашенные, с блестящими зелеными и красными зонами на теле, с яркими черными пятнами, у них удлиненные спинные и хвостовые плавники, которые самцы могут растопыривать.

Подготовка субстрата для откладки икры в наиболее простом виде – это очистка грунта, камней, растительности от иловых наслоений и обрастаний.

Самцы многих стайных рыб во время нереста становятся «резидентами». Пример тому – самцы колюшки. Зрелый самец, ранее уживавшийся в эквипотенциальной или иерархической стае, выбирает нерестовый участок, подготавливает его, становится агрессивным ко всем рыбам, кроме готовых к нересту самок. Брачное поведение самца колюшки состоит из трех фаз: приглашение, ведение к гнезду, заход в гнездо и нерест. Если две первые фазы прошли успешно, то и третья, как правило, заканчивается нормально.

На первых двух фазах может произойти уход самки, которая ожидает иного поведения самца — зигзагообразного или прямолинейного плавания, наличия или отсутствия покусывания и так далее.

У лососей гнездовую яму роет самка. У гнезда во время нереста, как правило, находится несколько самцов. Нерестовое поведение состоит из ряда поведенческих актов, которые могут многократно повторяться в связанных последовательностях.

У самки наблюдаются заходы и выходы из гнезда, толчки партнеров, зевки, шелчки, проходы под самцом, глотательные движения, у самцов – агрессивные выпады доминантных особей, дрожание, проходы над самкой, бок о бок с самкой.

У самки горчака (*Rodeus sericeus*), из семейства карповых, перед нерестом вырастает тонкий длинный яйцеклад, при помощи которого рыбка откладывает икру в мантийную полость (через сифон) двустворчатого моллюска — беззубки или перловицы. Самец горчака, находящийся поблизости, выливает молоки около моллюска, в которого самка отложила икру, и моллюск с водой втягивает их в мантийную полость. Оплодотворенная икра претерпевает дальнейшее развитие в жабрах моллюска, из которых выходит вполне сформировавшаяся молодь.

Контрольные вопросы

1. Какие виды оплодотворения вы знаете?
2. Какие особенности брачного поведения рыб при нересте вам известны?
3. Какова роль самки и самца у различных видов рыб при нересте.

Тема 6. ИЗУЧЕНИЕ ЗАБОТЫ О ПОТОМСТВЕ У РЫБ.

Цель занятия: изучение основных поведенческих реакций рыб при заботе о потомстве.

Материалы и оборудование: аквариумные рыбы различных видов.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) определите формы заботы о потомстве у нерестящихся в аквариуме рыб. Заполните таблицу 2.

Т а б л и ц а 2. **Формы заботы о потомстве у рыб**

Формы заботы	Вид рыбы	Поведенческая реакция

Большинство рыб не проявляет «заботы» о своем потомстве, но некоторые рыбы представляют в этом отношении исключение. Можно выделить следующие формы заботы о потомстве у рыб:

Охрана икринок и мальков - самая распространенная среди рыб форма заботы о потомстве, встречающаяся в той или иной степени у 95% видов. В большинстве случаев заключается в постоянном присутствии родителей рядом с потомством, а кроме того, сопряжено с повышенной агрессивностью по отношению к другим обитателям водоема, проявляющейся в попытках отогнать их от места нахождения икринок или мальков. Такое поведение значительно снижает для икры и мальков вероятность быть съеденными. Активная охрана потомства характерна, например, для обыкновенного сома (*Silurus glanis*) и судака (*Zander luciperca*). Эти виды проявляют комплексную заботу о потомстве - строят гнезда, расчищают их, охраняют сначала икринки, затем появившихся мальков. Среди пресноводных тропических рыб, подобная защита потомства известна для арапаймы (*Arapaima gigas*), у которой мальков сопровождает один из родителей. Он удерживается под мальками в первый период их жизни и отгоняет опасных рыб, птиц или млекопитающих. Среди морских рыб потомство охраняет, например, пинагор.

Постройка гнезд также является очень характерным для рыб типом заботы о потомстве, которое часто бывает связано с последующей охраной икринок или мальков. Гнезда рыб могут быть очень разнообразны - они могут строиться из самых разных материалов и в самых необычных местах. Цель постройки гнезда, как правило, состоит в создании подходящих условий для развития икринок. Кроме того, компактно расположенные в кладке икринки легче охранять.

Примеров гнезд рыб очень много. Среди рыб наших водоемов гнездо устраивает, например, трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*), а также уже упоминавшиеся выше судак и сом. У колюшки постройкой гнезда занимается самец. Для этого он использует различные растительные остатки, которые склеивает особым секретом и помещает на дне. Гнездо при этом получается очень компактным, не более 2-3 см в диаметре. У некоторых рыб самцы берут на себя заботу об отложенной самкой икре, охраняя ее, а самец трехиглой колюшки строит из водорослей, скрепляя их клейким выделением желез, шарообразное гнездо с двумя выходами. В это гнездо он загоняет самок, тут же оплодотворяет выметанную ими икру и продолжает поступать так, пока гнездо не наполнится икрой. После этого он располагается над ним и, усиленно двигая

грудными плавниками, вызывает циркуляцию воды, что способствует развитию икры. По вылуплении молоди самец оберегает ее, бросаясь на врагов, даже значительно превышающих его самого размерами. Самцы колюшек сооружают гнездо из обрывков водорослей, которые приносят, держа во рту, и склеивают особыми выделениями своих мочеточников. Определенный стереотип брачного поведения вызывает адекватную реакцию у самок. По-видимому, реакция на то или иное поведение врожденная. Если брачное поведение самца значительно отличается от «ожидаемой нормы», то самка не отвечает на приглашение и нереста не происходит.

Значительно крупнее гнездо у сома - оно может достигать 1 м в диаметре и представляет собой углубление в дне в окружении стенок из травы и органического мусора. Икринки приклеиваются к дну и краям гнезда, после чего, также, как и у колюшки, кладку охраняет самец, активно отгоняя любых потенциальных хищников и аэрирую икринки движениями плавников.

Несмотря на кажущуюся простоту, гнезда колюшки и сома достаточно сложно устроены, и их постройка обеспечивается целым комплексом поведенческих реакций. Вместе с тем, схожие по строению гнезда широко распространены у разных видов рыб и поэтому не являются чем-то уникальным, в отличие, например, от гнезда бойцовой рыбки-петушка *Betta splendens*. Самцы этого вида строят гнезда из пузырьков воздуха, скрепляя их слюной и затем прикрепляя к поверхности воды. Внешне такое гнездо напоминает пену, на нижнюю поверхность которой откладываются икринки.

Сложные формы нерестового и родительского поведения происходят от более простых актов, имеющих в своей основе стереотипы питания, дыхания, доминирования и подчинения.

Например, строительство шапок пенных гнезд лабиринтовых рыб имеет своим началом дыхательное поведение. Лабиринтовые рыбы обитают в водоемах, где не редок недостаток кислорода. Для дыхания они хватают ртом воздух, держат пузырьки воздуха во рту и таким образом аэрируют воду в ротовой полости, где у них имеется специальный дыхательный орган – «лабиринт», давший название всей группе рыб. Увеличение клейкости слизи ротовой полости делает пузырьки более стойкими, а их агрегаты более долговечными. Такие шапки пены оказываются удобным местом для инкубации икры. Самцы некоторых лабиринтовых рыб во время нерестового периода крайне агрессивны по отно-

шению к другим самцам и исполняют специфические ритуальные движения перед самками, приглашая их к нересту.

Расчистка субстрата – этот тип родительской заботы чем-то напоминает постройку гнезд, однако выделяется особо потому, что никакого гнезда в этот момент не строится, а происходит только подготовка места, куда будут откладываться икринки. В период, предшествующий нересту, один из родителей (или оба) расчищают нерестовый субстрат от органического мусора, песка и водорослей, делая его таким образом пригодным для размещения кладки. Стоит, однако, отметить, что расчистка субстрата часто является первой стадией постройки гнезда.

Обдувание икринок или мальков - также достаточно широко распространенный тип родительского поведения, заключающийся в создании направленного на развивающиеся икринки или мальков потока воды. Подобное вентилирование может осуществляться за счет движений плавников (чаще всего грудных и хвостового) или с помощью рта и преследует несколько целей. Во-первых, потомство таким образом получает больше кислорода, во-вторых, происходит удаление вредных веществ, накапливающихся в процессе их жизнедеятельности, и, наконец, в случае с икринками происходит сдувание осевшей на них взвеси, которая, в свою очередь, сама по себе ухудшает вентиляцию. Значение обдувания кладки очень велико - экспериментально было показано, что лишенные такой заботы икринки заиливаются и достаточно быстро погибают. Видами, которым свойственно обдувание, в наших водоемах являются, например, уже упоминавшиеся сом и судак, а также каменная широколобка (*Paracottus kneri*).

Внутреннее оплодотворение и вынашивание - стоящий немного особняком от остальных тип родительской заботы, так как он связан больше не с поведением, а с более глобальными биологическими характеристиками вида. Заключается во внутриутробном вынашивании зародышей, когда первый период развития яиц происходит внутри организма матери, чаще всего в яйцеводах, реже в полости гонады. Такой способ вынашивания называется яйцеживорождением и в отличие от живорождения (характерно, например, для млекопитающих), когда питание зародыша осуществляется за счет организма матери, развитие зародыша происходит за счет питательных веществ желтка самого яйца. При этом наружу у разных видов могут выходить личинки на разных стадиях развития - либо хорошо развитые питающиеся особи, либо развитые личинки, либо в редких случаях яйца на последних стадиях раз-

вития, из которых практически сразу появляются личинки. Яйцеживорождение сопряжено с внутренним оплодотворением, поэтому этот тип заботы характерен только для самок. Часто встречается у акул и скатов, отмечено у некоторых бычков сем. Gobiidae, бельдюговых (сем. Zoarcidae), латимерии, четырехглазковых (сем. Anablepidae). Из рыб, обитающих в водоемах на территории РФ, яйцеживорождение свойственно, например, эндемикам озера Байкал голомянкам р. Comerphorus.

Вынашивание икринок и мальков во рту – это достаточно широко распространенный тип заботы о потомстве, встречающийся как у морских, так и у пресноводных рыб. Заключается в том, что сразу после оплодотворения икринок или выхода личинок из гнезда, они забираются в ротовую полость одного из родителей, где и продолжается их дальнейшее развитие. Всегда сопряжен с ограничением в питании родителя, кто вынашивает таким образом потомство. Икринки, забираемые в ротовую полость, чаще всего "склеиваются" между собой с помощью специальных нитей (выростов) на их поверхности, в результате чего образуется единая компактная масса икринок. В отдельных случаях эта масса может занимать все пространство во рту рыбы, что приводит к тому, что родитель не может полностью сомкнуть челюсти. Помимо защиты, развивающиеся икринки получают необходимое количество кислорода за счет нахождения на постоянном потоке проходящей через жабры родителя воды, который, кроме того, уносит накапливающиеся вредные продукты жизнедеятельности.

Чистка икринок в ротовой полости. Этот тип заботы преследует ту же цель, что и обдувание икринок током воды, создаваемым движениями плавников. Как мы уже говорили, находящиеся на открытом пространстве икринки подвержены заиливанию, что губительно для их развития и в крайнем случае может привести к их гибели. Для очистки икринок некоторые виды могут забирать их в ротовую полость и некоторое время "перекатывать", избавляя таким образом от налипшего мусора. После завершения процедуры, икринки возвращаются обратно в кладку. Такое поведение демонстрируют некоторые сомовые и рыбы-ангелы (сем. Pomacentridae).

Вынашивание икринок и мальков в специальной наружной полости-мешке. Это тип заботы о потомстве, заключающийся в образовании мешкоподобной полости на теле одного из родителей (чаще всего самца), куда помещаются оплодотворенные икринки. У некоторых видов края мешка могут сразу после этого зарастать, и тогда дальнейшее развитие икринок происхо-

дит уже в замкнутой полости. При этом, для обеспечения нормального развития икринок стенки такой замкнутой полости обильно пронизаны кровеносными сосудами, по которым осуществляется доставка кислорода и удаление накапливающихся продуктов жизнедеятельности. Характерно такое вынашивание для представителей отряда Слитнотелостных (*Syngnathiformes*) - морских коньков и рыб-игл.

Вынашивание икринок на внешней поверхности тела. Очень интересный вид заботы, заключающийся в том, что икринки прикрепляются к поверхности тела одного из родителей, где вынашиваются, как правило, вплоть до вылупления личинок. Свойственен значительному количеству семейств, часто не связанных между собой родственными связями. Так, на поверхности брюха икринки вынашивают многие виды тропических сомов.

У самки сомика аспреда (*Aspredo levis*) ко времени нереста кожа на брюхе становится губчатой, и рыба, нажимая брюхом на оплодотворенную икру, вдавливая ее себе в кожу. Впоследствии в каждой икринке вырастает особый, богатый кровеносными сосудами стебелек, который питает икринку. По выходе мальков эти стебельки отмирают, и кожа на брюхе рыбы приобретает нормальное строение.

Кормление мальков выделениями внешних покровов родителей. Очень необычный и редкий тип родительской заботы, который некоторые исследователи называют аналогом "молочного вскармливания". Конечно, эти процессы совершенно не аналогичны друг другу, а сходство их заключается лишь в том, что потомство в первый период жизни откармливается за счет ресурсов, предоставляемых родительским организмом. Этот тип заботы не стоит путать с тем, когда питание получает эмбрион или икринка, а не подрастающие мальки. В случае с икринками или эмбрионом у одного из родителей образуются структуры, напоминающие пуповину (а в некоторых случаях и плаценту) млекопитающих, здесь же свободноплавающие мальки объедают выделения с поверхности тела родителей. Характерным примером такого вскармливания являются дискусы - рыбы из семейства Цихловые (*Cichlidae*), обитающие в пресных водоемах Южной Америки. У них вылупившиеся из икры личинки первые недели жизни держатся на поверхности тела одного из родителей и питаются специально секретлируемой кожной слизью. Интересно, что, когда у первого родителя продуцирование слизи прекращается, он "пересаживает" мальков на второго родителя.

Закапывание икринок в грунт или закрывание субстратом. Суть этого типа заключается в том, что инкубация икринок происходит в

грунте на дне водоема, где они получают защиту от негативного влияния различных внешних факторов, в том числе от хищников.

Закапывание в грунт встречается у представителей семейств Окуневые (Percidae), Карповые (Cyprinidae), Карпозубые (Cyprinodontidae), Корюшковые (Osmeridae), но самым известным примером рыб, которым свойственно проявление подобной заботы о потомстве, являются конечно же представители отряда Лососеобразных (Salmoniformes). Так, многие виды семейства Лососевые (Salmonidae), в частности тихоокеанские лососи р. *Oncorhynchus* и благородные лососи р. *Salmo*, устраивают в грунте рек так называемые нерестовые бугры, или гнёзда, представляющие собой достаточно сложную структуру. Форма и размер таких бугров связаны с характеристиками потока и биологическими особенностями конкретных видов, однако в общих чертах их можно назвать именно буграми - нагромождением некрупных камней и гальки на заранее расчищенной и подготовленной площадке. Икринки обычно вымётываются в специальное углубление, после чего забрасываются грунтом, где и происходит их инкубация, а затем и первые этапы развития личинок.

Перемещение икринок или мальков из одного места в другое. В отношении этого типа родительской заботы можно упомянуть два интересных факта. Во-первых, чаще всего встречается перемещение икринок, а не мальков - первый вариант отмечается для таких семейств как Колюшковые (Gasterosreidae), Керчаковые (Cottidae), Стихеевые (Stichaeidae), Харациновые (Characidae), Цихловые (Cichlidae), второй - только для Цихловых (Cichlidae). Во-вторых, перемещение и икринок, и личинок происходит при помощи рта. Также стоит отметить, что чаще всего рыбы перемещают своё потомство из старого гнезда в новое.

Возвращение "потерявшихся" икринок или мальков в кладку. Этот тип заботы заключается в возвращении отбившихся от основной группы икринок или мальков обратно в гнездо. Иногда отдельные икринки или развивающиеся мальки в следствии разных причин могут "теряться", отбиваясь далеко от остальных своих сородичей. Тогда заботливый родитель забирает их в рот и возвращает к остальным. Так делают многие виды рыб, которые активно охраняют гнездо, например, обыкновенный сом *Silurus glanis* и бойцовый петушок *Betta splendens*.

Обвивание телом во время охраны. Достаточно специфический вид заботы о потомстве, свойственный только некоторым представителям Зубатковых (сем. *Zoarcidae*) и Стихеевых (сем. *Stichaeidae*). Эти мор-

ские рыбы откладывают икринки в прибрежной зоне, где те могут подвергаться осушению во время отливов. Чтобы предотвратить подобное осушение, один из родителей обвивает кладку своим телом, создавая, таким образом, некое подобие резервуара, в котором удерживается вода до следующего прилива.

Сбрызгивание. Эта редкая форма заботы о потомстве встречается у тех видов, икра которых откладывается вне воды или же в пограничную зону вода/воздух, например, в приливно-отливной зоне морей, где она подвержена частому осушению. Сбрызгивание - сложный комплекс поведенческих реакций, обеспечивающий постоянное орошение икры одним из родителей от момента вымета до появления личинок. Наиболее полно такое поведение исследовано у копеллы Арнольда (*Copella arnoldi*).

Удаление "плохих" икринок. Во время развития часть икринок в кладке может погибать. Когда они начинают разлагаться, продукты этого разложения отравляют соседние икринки, что в конечном счете может привести к гибели всей кладки. Кроме того, на таких икринках начинают развиваться микроорганизмы, способные перекидываться на "здоровую" икру, что также может вызвать гибель значительной части потомства. Чтобы этого не происходило, один из родителей при помощи рта удаляет погибшие икринки от основной массы.

Такой вид родительской заботы встречается, например, у некоторых представителей Карповых (*Cyprinidae*), Карпозубых (*Cyprinodontidae*), Окуневых (*Percidae*) и ряда других семейств.

Контрольные вопросы

- 1.. Какие формы заботы о потомстве у рыб вы знаете?
2. Какова роль самки и самца у различных видов рыб при заботе о потомстве?

Тема 7. ИЗУЧЕНИЕ ЛОКОМОЦИИ У РЫБ.

Цель занятия: изучение механики и скорости плавания рыб.

Материалы и оборудование: аквариумные рыбы различных видов.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) определите механику и скорости плавания у аквариумных рыб.

Рыбы плавают двумя способами. При помощи гребных движений грудных плавников и при посредстве «ундуляции» – волнообразных

движений тела. Гребок производится плавником в расправленном состоянии и приводится в исходное положение будучи повернутым «ребром» к движению. Гребки могут быть одновременные обоими плавниками («брас») или попеременные («кроль»). После гребка рыба среднего размера движется по инерции на расстояние в 1-3 длины тела прижав плавники к бокам. Гребное плавание обеспечивает не очень быстрое, неторопливое перемещение. Этот способ является обычным у многих зарослевых и рифовых рыб – зеленух, сиганусов, колюшек, кузовков. При внешнем наблюдении прозрачные грудные плавники бывают почти незаметны и создаётся впечатление, что рыбы перемещаются без каких-либо телесных движений, только подруливая посредством изгибов тела. Если таких рыб настойчиво преследуют, они переходят от гребного плавания на ундуляционное, обеспечивающее более быстрое перемещение.

При наблюдении неподвижной рыбы в аквариуме можно видеть ундуляцию грудных и хвостового плавника с направлением движения волны вниз – для противостояния погружению. Некоторые сростночелюстные (спинороги, балистоды, кузовки, угребразные) перемещаются с помощью хорошо развитых и снабженных мощными мышцами спинных и анальных плавников. Плоские несимметричные камбаловые рыбы демонстрируют ундуляционное плавание, где главным двигателем являются окаймляющие тело спинной и анальный плавники. У плоских скатов двигателем выступают боковые поверхности тела. У пелагических орляков и хвостоколов движения этих «плавников» напоминают взмахи крыльев птиц. При типичном ундуляционном плавании двигателем служит всё тело. По телу проходит волна изгиба от головы к хвосту, осуществляющая упор и поступательное движение. На моментальных фотоснимках сверху плывущих рыб, их тело имеет S-образную форму. При кадровом анализе киноматериалов видно перемещение по телу локомоторной волны. Длина локомоторной волны приблизительно равна длине тела, частота прохождения волны по телу может быть посчитана по частоте колебаний хвостового плавника.

Особенно явственно волновое движение видно у удлинённых рыб – угрей, песчанок, осетров, миног, сабли-рыбы. Это так называемое угребразное плавание. У наиболее быстрых пловцов – ставрид, скумбрий, тунцов, многих быстроходных акул ундуляционное плавание имеет выродившийся, точнее, усовершенствованный характер – скомброидный тип плавания. В этом случае важнейшее значение для поступательного движения имеет колебание тонкого, обтекаемого хвостового стебля и

хвостового плавника. Локомоторная волна туловища у этих рыб для плавания имеет второстепенное значение.

Большинство «обычных» рыб (карповые, сельдевые, тресковые, окунёвые,) эффективно используют как ундуляцию туловища, так колебания хвостового плавника с большой амплитудой. Скорость ундуционного плавания определяется скоростью перемещения пропульсивной волны проходящей по телу по направлению к хвосту и рассчитывается по формуле:

$$(V_v = l_v f),$$

где V_v – скорость локомоторной волны,

l_v – длина волны,

f – частота прохождений волн по телу (циклов колебаний хвоста).

Поскольку длина волны — это практически длина рыбы, а движитель имеет некоторый коэффициент полезного действия ($K < 1$), то скорость перемещения рыбы относительно воды при ундуционном плавании может быть вычислена по формуле:

$$V = K L f,$$

где V – скорость рыбы (например, см/с),

L – длина рыбы (например, в см),

f – частота колебаний хвостового плавника (например, Гц – колебаний в секунду),

K – коэффициент полезного действия (КПД) движителя (отношение скорости плавания к скорости локомоторной волны, «пробуксовка»). Для рыб промыслового размера КПД имеет величину порядка 0,7

Максимальные частоты сокращения туловищной мускулатуры отмеченные у рыб достигают 30 Гц, т.е. скорость установившегося плавания некоторых рыб может достигать $30 * 0,7 = 21$ длин тела в секунду. Для крупных тунцов, парусников и рыбы-меч, быстрходных акул длиной порядка 2 м, это больше 100 км/час.

Другие рыбы, тоже быстрые, но не рекордсмены (ставриды, скумбрии, лососи, кефали, сельди) могут развивать скорость порядка 15 длин тела в секунду. Все рыбы обычной обтекаемой формы тела могут развивать скорость более 10 длин тела в секунду. Однако, максимальные скорости могут поддерживаться короткое время – от нескольких секунд до нескольких десятков секунд.

Эффективность плавательных движений уменьшается в турбулентной среде по сравнению с невозмущенной водной массой или ламинарным потоком.

Средняя скорость миграций рыб, которая может поддерживаться длительное время (несколько месяцев) на протяжении сотен и тысяч километров (1-3 длин тела в секунду). Скоростные возможности утомлённых рыб восстанавливаются после некоторого времени отдыха – покоя или плавания на «неутомляющей» скорости.

Максимальная скорость – продолжительность движения на скоростях сравнительно небольшая. У донных и придонных рыб она составляет не более 5 мин, а у пелагических рыб до 10-15 мин.

Крейсерская скорость – скорость движения рыб, на которой они могут плыть от десятков минут до нескольких часов

Критическая скорость – предел скорости, при которой рыбы, ещё сравнительно небольшое время могут проплыть в трале (в потоке). При дальнейшем, даже небольшом увеличении скорости траления рыбы, как правило, переходят из режима упорядоченного движения в стае в режим индивидуальных мелких резких бросков вбок, после чего происходит снос рыб в сторону тралового мешка.

Скорости плавания рыб в естественной среде зависят от образа жизни и «рода занятий» в данный момент. И донные, и пелагические рыбы могут находиться в неподвижности, равномерно или неравномерно перемещаться и делать быстрые рывки. Донные «хищники-засадчики»: щука, ротан, форель и территориальная молодь многих проходных лососей – в пресноводных водоёмах, скорпены, звездочеты, бычковые, мурены – в морях, малоподвижны, но при охоте делают резкие броски.

Абсолютные величины скоростей естественным образом увеличиваются по мере роста рыб.

Контрольные вопросы

1. Какие способы плавания у рыб вы знаете?
2. Какие виды скоростей плавания у рыб вам известны?

Тема 8. ИЗУЧЕНИЕ ТАКСИСОВ, ВЛЕЧЕНИЙ И ПРЕДПОЧТЕНИЙ У РЫБ.

Цель занятия: изучение таксисов влечений и предпочтений рыб.

Материалы и оборудование: аквариумные рыбы различных видов.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) определите таксисы, влечения, предпочтения в аквариуме у рыб.

Таксисы — это движение в сторону предпочтительного значения фактора: большей или меньшей освещенности, более высокой или более низкой температуры, большего или меньшего содержания в воде какого-либо растворенного вещества, в сторону каких-либо зрительных образов, источников звуков.

В зависимости от того, движется ли рыба в сторону усиления значения фактора или уменьшения, принято различать *положительный* или *отрицательный* таксис. Понятие об отрицательном или положительном таксисе используется прежде всего для определения реакции на свет.

Стремление к большей освещенности или источнику света называют положительным фототаксисом, а стремление в сторону меньшей освещенности или от источника света — отрицательным фототаксисом, что можно рассматривать как стремление к темноте.

И отрицательный, и положительный фототаксисы успешно используются в рыболовстве — при ловле на свет, при ловле специальными ловушками, при поиске рыб во время подводной охоты.

Большинство факторов имеет область предпочтения — *преферендум*. Особенно хорошо исследованы термопреферендумы рыб — температуры, которые ими предпочитают. Рыбы, долгое время обитающие при какой-либо температуре, предпочитают ее некоторое время.

Например, если их выдержать месяц при температуре зимовки, то они предпочитают холодную воду даже при наличии широкого выбора, а если их приучить к теплой воде, то они предпочитают теплую.

Однако рыба, находящаяся в условиях градиента, то есть перепада температуры, например, в длинном лотке, один конец которого захлаживается, а другой нагревается, или в водоеме с разными температурными зонами в течение нескольких дней, перемещается в зону конечного преферендума — температуры, в которой она, в конце концов, приживается.

Механизм выбора таков, что рыба перемещается в пределах температур, которые не вызывают у нее отрицательных ощущений, и дольше задерживается в области предпочитаемых. За короткое время градиент в 15°C для обычных наших рыб непроходим.

Пересадка (в пределах температурной толерантности вида) в воду, отличающуюся на 15-20°C, ведет к шоку и гибели. Лососевые рыбы

имеют и зимой и летом один и тот же термопреферендум, который для разных видов и разных возрастов находится в области 12-17°C. Обычно с возрастом предпочитаемая температура понижается на несколько градусов.

Многие виды рыб наших пресноводных водоемов имеют две предпочитаемые температуры: одну для зимнего времени — 2-3°C, другую для летнего — 21-29°C. Это установлено для карповых рыб — плотвы, карпа, леща, карася, а также для окуня. С увеличением размера их летняя предпочитаемая температура значительно понижается.

В ряде экспериментов удавалось наблюдать весной и осенью предпочтение некоторых кроме суточных, «демисезонных» температур — 5-8°C. Предпочитаемые температуры бореальных и арктических рыб ниже, чем у рыб умеренной зоны, а у тропических — выше.

Следует иметь в виду, что сведения, получаемые в экспериментальных условиях в термоградиентных лотках далеко не всегда применимы к естественному поведению рыб в природных водоемах.

Рыбы не всегда строго придерживаются предпочитаемых температур. Если вспугнуть рыб, находящихся в комфортных температурных условиях, то они, спасаясь бегством в области с другими температурами, их можно выманить из зоны термопреферендума наличием корма.

В естественном водоеме, особенно в глубоком, слабопроточном, — например, в пруду, озере, море — всегда или почти всегда имеется температурная вертикальная стратификация.

Летом вода у поверхности теплее, чем в глубине, зимой стратификация обратная: на глубине находится вода с температурой наибольшей плотности — около 4°C, выше — более холодная. Между этими слоями обычно находится слой «температурного скачка».

Разница температур в водоеме летом нередко достигает 10°C, а то и больше. Для многих рыб такие температурные перепады не являются преградой для суточных вертикальных миграций.

Подводные наблюдения за поведением молоди кижуча в больших сетчатых садках, установленных в карельских озерах в летнее время, показали, что в течение шести суток рыбы демонстрируют конечный преферендум в области 13-14°C, а еще через трое-четыре суток у них устанавливается суточный ритм вертикальных миграций.

В полночь они скапливаются на глубине 8-11 м, где температура 7-10°C. С рассветом, в 7 часов, они находятся на глубине 2-7 м при 15-18°C. В полдень и до 16 часов их можно видеть в широком диапазоне глубин и температур — от поверхности до 12 м (6-18°C). К закату (19

часов) все рыбы опускаются в область низких температур.

Суточные вертикальные миграции можно наблюдать у дальневосточных лососей в море. В Охотском море ночью лососи поднимаются к поверхности в область температур 5-10°C, где их можно ловить плавными сетями. Днем они опускаются на 20-30 м глубже, где температура может приближаться к 0°C. В это время их можно ловить крючковыми снастями соответствующей длины.

На вертикальное распределение рыб могут влиять некоторые переменные факторы — например, волнение. В тихую погоду уклея держится на поверхности озера, а при шторме опускается на несколько метров в глубину.

Солевое предпочтение изменяется в соответствии с «настройкой» осморегулярной системы на обитание в пресной или соленой воде. Личинки и мальки проходных лососей и рыбы, возвращающиеся на нерест после нагула в море, предпочитают пресную воду, а мальки в покатном состоянии — соленую.

Обратное явление имеет место у угрей, которые заходят в пресноводные водоемы из моря для нагула. К слабосоленой воде (до 6-8 ‰) пресноводные рыбы относятся терпимо даже на мальковых стадиях развития. Многие морские рыбы вполне терпимо относятся к распреснению морской воды вдвое и даже более раз.

Хорошо известно привлечение и отпугивание рыб различными растворенными в воде веществами. Некоторые вещества являются составными компонентами пищи. Они сами по себе вкусны, или хорошо пахнут, или являются сигналом к пищевой реакции — поиску корма.

К таким веществам относятся низкомолекулярные органические соединения — сахара, аминокислоты, нуклеотиды, бетаины, продукты окисления жиров, пептиды и др. Некоторые биогенные соединения являются так называемыми феромонами, то есть сигнальными веществами, изменяющими поведение рыб.

Химическая природа феромонов рыб по большей части не исследована, так как они выделяются из тела рыб в мизерных количествах. Феромон, вызывающий реакцию испуга у многих карповых, имеет, по-видимому, белковую природу и выделяется при поражении кожи [Малюкина, 1967]. При внесении этого фактора в воду наблюдаются мобилизационно паническое поведение, уход, затаивание и прочие оборонительные действия.

Выделения овулировавших самок тилапии привлекают как самцов — так и самок того же вида, вызывают их репродуктивное поведение.

Такие же факты известны о поведении других видов рыб — сельдей, корюшек. Привлекать и стимулировать нерестовое поведение могут не только выделения самок, но и выделения самцов, например, выделения семенников.

Нередко выделения самок привлекают только самцов, а выделения самцов — только самок. В ряде случаев привлекающие выделения не являются секретами мочеполовой сферы, а выделяются специальными железами.

Например, выделения особых головных желез — арапаймы — привлекают личинок.

Наблюдается и обратное, когда выделения личинок привлекают родителей. Нередко рыбы привлекают друг друга (особи своего вида) кожными выделениями, слизью. Но в ряде случаев запах особей своего вида вызывает избегание и уход или даже агрессивность.

Очень рано, еще во время личиночного периода, у рыб появляются так называемая оптомоторная реакция и реореакция. Оптомоторная реакция проявляется в стремлении двигаться вместе с движущимися ориентирами.

Например, если мимо рыбы движется сетное полотно, рыба увлекается вместе с ними, увлекает ее и движущаяся стая. Очевидно, стайное поведение происходит от оптомоторной реакции и является ее развитием. Разновидность оптомоторной реакции — стремление удерживаться в потоке возле ориентиров, противодействуя сносу течением. Вообще рыбы, в частности пелагические, очень «дорожат» ориентирами. Буйки, плотики, суда, рифы способствуют концентрации рыб. Скопления рыб наблюдаются даже в районе заякоренного каната. Это используется для успеха удобного лова в море.

Развитием оптомоторной реакции является реореакция — стремление плыть навстречу течению. У некоторых рыб реореакция осуществляется не только на свету, но и в полной темноте, то есть без участия зрения, а с использованием сейсмодатчиков органов

Контрольные вопросы

1. Какие виды таксисов вы знаете?
2. Дать определение понятию «преферендум».
3. Как проявляется оптомоторная реакция у рыб?

Тема 9. ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ И ДРУГИХ ФОРМ ПРИОБРЕТЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБ

Цель работы: изучение приобретенных форм поведения у рыб.

Материалы и оборудование: аквариумы, различные виды рыб.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) заложите опыт по выработке условного рефлекса рыб на корм.

Приобретенные формы поведения обычно противопоставляются врожденным реакциям, хотя резкая граница между такими формами поведения может быть проведена далеко не всегда, так как врожденная реакция в своем первоначальном, примитивном виде может вырабатываться еще в эмбриональный период.

Сложные комплексы длительно мотивированного поведения, именуемые обычно инстинктами, содержат в себе элементы, в которых несомненна роль врожденных реакций, но также несомненны и приобретенные формы поведения.

Инстинкт самосохранения присущ практически всему периоду жизни рыб, хотя и в различной степени. Этот инстинкт выражается в различных формах оборонительного поведения, прежде всего пассивно-оборонительного.

Проходным рыбам свойствен миграционный инстинкт – система поведенческих актов, способствующая пассивным и активным миграциям. Для всех рыб характерен пищедобывательный инстинкт, хотя выражаться он может в очень разных формах поведения.

Собственнический инстинкт, выражающийся в охране территории и убежищ, отстаивании единоличного права на полового партнера, известен далеко не для всех видов, половой – для всех, но выражение его очень различно.

Комплексы простых поведенческих актов, имеющие определенную последовательность и целеустремленность, иногда называют динамическими стереотипами – например, определенный ряд поступков при добывании дискретной порции пищи, уход в убежище, устройство гнезда, охрана икры. В динамическом стереотипе также сочетаются врожденные и приобретенные формы поведения.

Приобретенные формы поведения – это результат приспособления организма к меняющимся условиям окружающей среды. Они позволяют приобретать целесообразные, экономящие время стандартные ре-

акции. Кроме того, они лабильны, т. е. могут быть переделаны или утеряны за ненадобностью.

Различные рыбообразные имеют разную сложность и развитие нервной системы, поэтому механизмы образования приобретенных форм поведения у них различны.

Обучение пластинчатожаберных и костистых рыб основано на настоящих условных рефлексах. Скорость выработки простых условных рефлексов у рыб примерно такая же, как и у прочих позвоночных, – от 3 до 30 сочетаний. Но далеко не всякий рефлекс может быть выработан.

Наиболее хорошо изучены пищевые и оборонительные двигательные рефлексы. Оборонительные рефлексы в лабораторных условиях изучают, как правило, в челночных камерах – прямоугольных аквариумах с неполной перегородкой, позволяющей переходить из одной половины камеры в другую.

В качестве условного раздражителя чаще всего используют электрическую лампочку или источник звука определенной частоты. В качестве безусловного раздражителя используют обычно электрический ток от сети или аккумулятора с напряжением 1–30 вольт, подаваемый через плоские электроды.

Ток выключают, как только рыба перейдет в другой отсек, а если рыба не уходит, то через определенное время – например, через 30 с.

Определяется число сочетаний, при которых рыба выполняет задание в 50 и в 100 % случаев при достаточно большом числе экспериментов.

Пищевые рефлексы обычно вырабатываются на какое-либо действие рыбы путем поощрения выдачей порции корма. Условным раздражителем служит зажигаемый свет, издаваемый звук, появляющееся изображение и т. п. При этом рыба должна подойти к кормушке, надавить на рычаг, дернуть за бусинку и т. д.

Легче выработать «экологически адекватный» рефлекс, чем заставить рыбу делать что-либо ей несвойственное. Например, легче заставить ушастого окуня в ответ на условный раздражитель хватать ртом трубочку, из которой выдавливается кормовая паста, чем подбрасывать снизу поплавок.

Рыбы привыкают к разнообразным стимулам. Они привыкают жить в условиях промышленных шумов, периодического изменения уровня воды, зрительного контакта с хищником, отгороженные стеклом. Таким же образом выработанный условный рефлекс может затормозиться.

При многократном предъявлении условного раздражителя без подкрепления безусловным условный рефлекс пропадает, но по прошествии некоторого времени «обман» забывается и рефлекс может самопроизвольно возникнуть снова.

При выработке условных рефлексов у рыб могут возникать явления суммации и дифференцировки. Примером суммации являются многочисленные эксперименты, когда рефлекс, выработанный на одну звуковую частоту или на один цвет источника света, проявлялся при предъявлении и других звуковых частот или цветов.

Дифференциация возникает при наличии разрешающей способности рецепторных органов рыб: если на одну частоту давать пищевое подкрепление, а на другую болевое, то возникает дифференцировка.

У рыб удается выработать рефлексы второго порядка, т.е. подкрепление дается после включения источника света только в случае предшествования ему звукового раздражителя. Реакция в этом случае наблюдается прямо на звук без ожидания света. В выработке цепных рефлексов рыбы уступают высшим животным. Например, у детей можно наблюдать рефлексы до шестого порядка.

Контрольные вопросы

1. Что такое рефлекс?
2. Какие типы рефлексов вы знаете?
3. Каким образом могут проявляться рефлексы у различных видов рыб?
4. Что подразумевается под явлениями суммации и дифференцировки при выработке условных рефлексов у рыб?

Тема 10. ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ ПРИ ВЕДЕНИИ РЫБОЛОВСТВА

Цель занятия: изучение особенностей поведения рыб при ведении рыболовства.

Материалы и оборудование: плакаты, схемы, рыба различных видов, орудия лова.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) зарисуйте плакаты и схемы по этологии рыб при рыболовстве;
- 3) проанализируйте поведение рыб при облове аквариумных рыб.

Промышленный и любительский лов рыбы основан на использовании поведенческих актов рыб. Хотя нередко лов основан на эмпирике – ловят там, «где ловится», и тем способом, который оказывается результативным.

Подходящее место и способ лова определяются обычно путем проб и ошибок, использования накопленного опыта. В настоящее время пытаются обосновывать рыболовство на научных данных, получаемых при лабораторных экспериментах и подводных наблюдениях. Связь различных способов лова с поведением рыб приведена ниже (табл.2).

Т а б л и ц а 2. Классификация способов лова по используемым поведенческим актам

Способ	Облавливаемые виды	Принцип лова	Поведение рыб
Ставные невода, вентера и др.	Мигранты, скопления бродячих рыб	Создание преграды, направление в ловушку	Отыскивание прохода впреграде, стремление к цели
Ловушки	Одиночные и стайные бродячие ночные хищники	Камера с постепенно сужающимся входом	Попадание в ловушку при обследовании дна
Ставные сети, плавные сети, пуганки	Мигранты, оседлые рыбы	Запутывание рыбы в условиях плохой видимости	Стремление пройти сквозь преграду, не внушающую опасения
Кошелькование	Значительные скопления пелагических рыб	Обметывание и замыкание скоплений	Приверженность к стае, спокойствие в составе стаи
Активные фильтрующие орудия – тралы, невода, снорреводы	Отдельные и стайные, донные, придонные и пелагические рыбы	Спугивание рыб крайними элементами орудий лова – клячами, сгон в кутцовую часть	Пассивно-оборонительное поведение
Электрифицированные орудия лова	Донные и зарослевые рыбы	Использование анодной реакции для загона в сеть, обездвиживание	Электротаксис, анодная реакция
Лов на свет	Пелагические стайные рыбы - сайра, тюлька, хамса, шпрот	Привлечение и концентрация рыб в зоне орудия лова	Положительный фототаксис

Ужение и блеснение	Одиночные и стайные, донные, придонные и пелагические хищники, питающиеся крупными беспозвоночными	Привлечение и провоцирование пищедобывательного поведения, с использованием крючковых снастей	Пищевое поведение
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Ставные невода представляют собой значительные по размерам сооружения, состоящие из ловушки и направляющего крыла. Их устанавливают на постоянных путях миграций массовых промысловых рыб – лососей, сельдей, сардин, ставриды, скумбрии, тунцов и др., могут ставить также в районе периодических, например, ежесуточных, кормовых миграций рыб.

Направляющее крыло является необходимым элементом большинства ловушек. Крыло устанавливается так, чтобы перегородить путь рыбам. Рыбы следуют вдоль крыла, ища в нем проход. Достаточно долгое следование заставляет их привыкать к сетному полотну и двигаться в непосредственной близости от него. Благодаря этому рыбы довольно легко заходят в узкие горловины ловушек.

Иногда ловушки ставят на немигрирующих, оседлых рыб, чаще всего донных ночных хищников, таких как налим и сом. В этом случае улов составляют рыбы, которые активно разыскивают корм, обследуя пространство, не пугаются подводных предметов и узкостей. Иногда улов удастся увеличить использованием приманок.

Наплавные жаберные сети, путанки используют в различных случаях. Их ставят на путях миграций лососей и сельдей в море. В этом случае рыба запутывается в сетях ночью в условиях плохой видимости. Жаберные сети используют также в заросших водоемах.

Необходимым условием попадания рыб в такие сети является их движение. Если рыба не движется, то нет и улова. Максимум попадания рыб в сети наблюдается вечером и в предутренние часы при пищевой активности.

Путанки используются также при более активном лове. Место, где может быть рыба, обметывается сетью, рыбу выгоняют из зарослей, коряжистых участков и других укрытий в сети. Плохая видимость жаберных сетей в воде увеличивает их уловистость. Сети обычно красят в неяркие зеленоватые, голубоватые, буроватые тона.

При лове кошельковым неводом обметывается обнаруженное скопление рыбы или его часть. Приходится решать проблемы, связанные с

попытками косяка рыбы уйти в глубину под нижнюю подбору и в незамкнутую часть сетного кольца. Различные экспериментальные приемы направлены против такого маневра косяка.

Замечено, что рыбы пугаются освещения снизу, поэтому прикрепляют к нижней подборе светильники. Косяк нередко направляется в не замкнутую еще кошельковым неводом часть пространства, где нет шумов, и пытается выскользнуть – чтобы это предотвратить, используют генераторы звука, отпугивающие рыб.

Для многих рыб эта скорость не является утомляющей при часовом времени траления. Рыба может долго двигаться перед тралом и даже внутри него. Поймать ее удастся благодаря тому, что рыбе видны только отдельные детали орудия лова, а не все орудие.

Донные рыбы, поднявшись со дна, оказываются в трале. Крылья также гоняют рыб к жерлу, поэтому их часто делают из крупноячейной дели, сквозь которую могла бы уйти и крупная рыба. Рыба следует за сетным полотном внутри, а иногда и с внешней стороны трала благодаря оптомоторной реакции и инстинкту следования.

Нередко рыба сама заходит в трал. Выход из трала затруднен в самой его глубине, где становится тесно, где рыбу прижимает к дели, и она получает травмы, и выход откуда требует уже значительных усилий, так как нужно двигаться с большой скоростью долгое время, и рыба теряет силы. Кроме того, рыбе «не известно», какие ее действия ведут к освобождению.

Настоящие электроловильные устройства обычно малогабаритные и рассчитаны на лов одиночных рыб электрифицированным сачком.

Ужение рыбы широко известно любителям. В промысле ужение используется на достаточно крупных рыб типа тунцов. Другие виды крючкового промысла, например постановка ярусом, требуют или привлекающей для рыбы насадки, или имитации.

Интересны сведения о поведении рыб в зоне действия подводных наблюдательных аппаратов и тралов. При непосредственном наблюдении, что рыб не пугают ультразвуковые импульсы рыбопоисковых эхолотов.

Наиболее сильно их пугают гидродинамические явления, вызывающие колебания звуковой частоты и перепады давления. Эти явления пропорциональны размерам и скорости перемещения подводных наблюдательных аппаратов. Рыба разбегается из зоны наблюдений опускаемого на тресе гидростата при резких рывках, вызванных качкой судна.

Активный уход рыб из трала известен благодаря многочисленным наблюдениям с буксируемых и автономных средств, наблюдениям подводников с верхней подборой трала, результатам, полученным с помощью фотоавтоматов.

В трал обычно не попадает значительная часть наиболее мелких и наиболее крупных рыб.

Скоростные возможности мелких рыб не позволяют им следовать к устью трала, они проваливаются сквозь крупную ячею крыльев трала и отстают от подбор. Крупные рыбы сгоняются к устью, но способны плыть со скоростью траления и даже активно уходить вперед по ходу траления, средние же оказываются в трале (рис. 1).

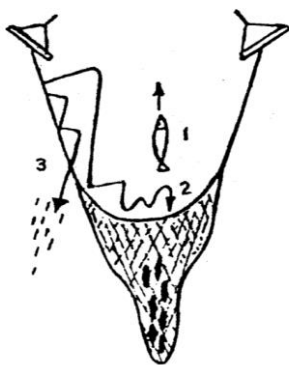


Рис. 1. Перемещение рыб относительно трала:
1 – уход крупных рыб, передвигающихся быстрее трала; 2 – траектория залавливаемых рыб; 3 – проскок мелких рыб

Не всегда максимальная скорость траления обеспечивает высокую уловистость трала при ловле донных рыб, например камбалы. При более высоких скоростях она не успевает подняться со дна и проходит под нижней подборой, которая движется на некотором расстоянии от дна.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы лова вам известны?
2. Поясните этологию рыб при различных способах лова?

Тема 11. ИЗУЧЕНИЕ ГОРМОНАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ РЫБ

Цель занятия: освоение принципов регулирования поведением с помощью различных гормонов.

Материалы и оборудование: аквариумы, различные виды рыб, гормоны.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) проведите опыты по введению в организм рыб гормонов.

Поведение является результатом нервной деятельности, но находится под мощным и даже руководящим влиянием гормональной системы. Проявление тех или иных инстинктивных форм поведения зависит от того, какие гормоны повлияли на организм в данное время.

Рассмотрим влияние гормональной системы на смену форм поведения у проходных рыб со сложным нерестовым поведением и заботой о потомстве. К таким рыбам относится, например, колюшка, относительно которой и составил

В. Хоар [1969] предлагаемую схему, но она же может быть применена к лососевым рыбам (рис. 2).

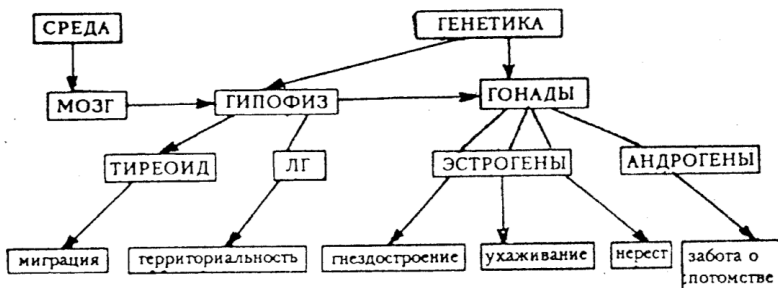


Рис. 2. Схема управления поведением колюшки через гормональную систему

Всякие поведенческие акты являются реакцией на факторы внешней среды, и в то же время набор поведенческих актов, свойственных данному виду, некоторым образом записан в генетическом коде.

Если рыбе не свойственно агонистическое поведение, то оно не может быть вызвано никакими внешними или гормональными стимулами;

немигрирующая в норме рыба не может быть склонена к миграции, и т. д.

Внешние раздражители через органы чувств воздействуют на соответствующие отделы центральной нервной системы, работа которой заключается не только в формировании мгновенных поведенческих ответов, но и в стимулировании соответствующих желез внутренней секреции.

По мере роста рыбы созревают ее гормональные системы, изменяется ее поведение. В некоторый момент предсексуального, ювенильного периода развития в гипофизе молоди проходных рыб созревают клетки, выделяющие *пролактин*–гормон, влияющий на переориентацию осморегуляторных систем рыбы. Предпочтение пресной воды сменяется предпочтением воды с большим содержанием соли, что и является одной из предпосылок к скату в море.

Одновременно с пролактином начинает секретироваться *тиреотропин*–гормон, стимулирующий развитие секреторной ткани щитовидной железы, которая выделяет *тироксин*. При воздействии тироксина происходят серьезные изменения в организме и в поведении, они выражаются в повышении двигательной активности.

У проходных рыб под действием тироксина возникает миграция в море, а у туводных рыб может происходить широкое расселение молоди с нерестовых участков. По достижении размеров и возраста, когда близится половое созревание, в гипофизе синтезируется ряд *гонадотропинов*, стимулирующих созревание генеративной ткани и половых клеток.

Один из гормонов – *лютеинизирующий*. При введении его в организм территориальных рыб у них возникает территориальное поведение. Оно может быть вызвано у молоди и взрослых особей лососей, у созревающих колюшек, у взрослых цихлид и др.

Действие лютеинизирующего гормона на близкие к созреванию гонады вызывает развитие в них интерстициальной ткани, синтезирующей половые гормоны андрогены и эстрогены, которые вызывают специфические внешние изменения (брачный наряд) и характерное преднерестовое поведение – сначала гнездостроение у самцов колюшек и самок лососей, а затем ухаживание, характерное для самцов всех видов рыб.

Агрессивность свойственна не только самцам. Она непременный элемент территориального поведения. Поэтому агрессивность у рыб можно вызвать инъекциями лютеотропина.

Под действием же андрогенов происходит собственно нерест – откладка икры и выделение молок, сопровождаемые характерным для вида ритуалом, а также забота о потомстве, которая может иметь более или менее сложный характер – от охраны гнезда, обмахивания плавниками развивающейся икры до трогательной заботы и ухода за личинками и мальками.

Кроме вышеназванных гормонов на поведение рыб оказывают влияние и другие гормоны с выраженным физиологическим действием. Прежде всего, это нейропептиды, вырабатываемые в различных тканях. Они оказывают кроме физиологического еще и побочное действие, которое нас в данном случае больше интересует.

Нейропептиды гипофиза, которые стимулируют деятельность подчиненных желез внутренней секреции, – тиреолиберин (глицил-гистидил-пролин), адrenокортикотропин, вызывающий стимуляцию желез, секретирующих стресс-гормоны, люлиберин, вызывающий выделение гонадотропинов, – имеют побочным действием повышение агрессивности.

Другие нейрогормоны понижают агрессивность. Наиболее понятн действие холецистокинина – нейропептида, вырабатываемого пищеварительной системой. Он способствует пищеварению, вызывает состояние покоя и умиротворенности.

Эти исследования проведены на млекопитающих, но нет сомнений, что аналогичное действие оказывают эти вещества и на рыб.

Контрольные вопросы:

1. Что такое гормон?
2. Какие типы гормонов в организме рыб вы знаете и за что они отвечают?

Тема 12. ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ РЫБ ПРИ ВЕДЕНИИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Цель занятия: изучение поведения рыб при проведении различных рыбохозяйственных мероприятий.

Материалы и оборудование: аквариумы, бассейны, различные виды рыб, орудия лова.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;

2) проведите опыты по влиянию различных рыбоводных процессов на поведение аквариумных рыб.

3) заполните таблицу 5.

Т а б л и ц а 5. Поведение рыб при ведении рыбохозяйственной деятельности

Формы рыбохозяйственной деятельности	Поведенческая реакция

Распределение рыб в рыбоводных водоемах и емкостях. При экстенсивном ведении хозяйства, очень низких плотностях рыб вопросов, связанных с распределением рыб, не возникает. Если продукция пруда составляет 2–3 ц/га, то средняя плотность рыб 0,2–0,3 кг/м² в конце сезона и в несколько десятков раз меньше в начале сезона – это очень маленькие плотности, особенно если учесть, что рыбы расположены в выростных и нагульных водоемах неравномерно. В связи с этим возникают вопросы, где находятся рыбы, как велики их перемещения. Об этом вообще почти ничего неизвестно.

При более интенсивном ведении хозяйства с продукцией 10–20 ц/га и более, когда основная часть продукции определяется кормлением, вопросы, связанные с поведением, возникают в связи с кормлением, распространением заболеваний и сортировкой при обловах.

Исследование структуры локальных уловов в достаточно больших прудах показало, что в них образуются группировки рыб с достаточно стабильной локализацией. При донном спуске воды и вместе с ней – рыбы отдельные группировки скатываются в рыбоуловитель вместе, что позволяет в значительной мере отсортировать толстолобиков от карпов, а карпов разделить по размерам, упитанности и болезням, в частности, отделить рыб с воспалением плавательного пузыря.

Проблемы при облове спускных прудов связаны с тем, что довольно значительная часть рыбы может не уходить при спуске воды, а стремясь против тока воды, оставаться в канавах, где собирать ее довольно трудно.

Используется ряд приемов для облегчения облова. Рыбу выдерживают в приспущенном маловодном пруду в условиях недостатка кислорода и продолжают спуск «приморенной» рыбы, которая менее сопротивляется сносу.

При возможности устраивают струю от рыбоспускного устройства,

на которую рыба идет в результате реореакции. Известны попытки выпугивания рыбы к спускному сооружению с применением репеллентов, в частности компонентов эвкалиптового масла. Изобретен, но не получил применения электрогон.

Нормы посадки в рыбоводные бассейны пока разрабатываются эмпирически – выбираются те плотности, при которых получаются наилучшие рыбохозяйственные показатели. При рассмотрении этих норм обращает на себя внимание наличие «паразитных» объемов, не занятых рыбой. Такие «пустоты» имеются и в зимовальных бассейнах, и в зимовальных прудах.

Представляется, что здесь имеются определенные неиспользованные резервы. Нередко при удлиненной форме бассейна рыба держится у притока в виде стаи, а большая часть бассейна оказывается без рыбы.

Кормление рыб. Очень важно, чтобы корм, данный рыбам, был весь съеден и не находился в воде долго, так как в этом случае он теряет питательные качества и распадается.

При ручном кормлении форели контроль поедаемости пищи легко вести по поведению рыбы – форель при питании поднимается к поверхности и активно хватает корм. При насыщении она уходит в глубину.

В аквариуме или неглубоком бассейне с чистой водой можно контролировать питание карпа. При большой плотности посадки в садках и бассейнах карп, так же как и форель, активно всей массой поднимается к поверхности, а при насыщении уходит в глубину.

В карповых прудах вода бывает обычно мутной, а рыбы по большей части берут корм со дна. Это связано с тем, что при достаточном просторе у карпов сохраняется частично пропадающая в бассейнах и садках оборонительная реакция, поэтому они более скрытны.

По этой же причине в прудах кормят рыбу в основном по расчетной норме. Соответствие дачи корма и аппетита рыб достигается применением самокормушек, например, типа «Рефлекс», которые позволяют рыбе брать столько корма, сколько хочется.

Специальных приемов обучения пользованию кормушками не требуется. Рыбы самостоятельно обучаются надавливать на рычаг в течение 1-5 суток. Рыбы хорошо запоминают месторасположение кормушки, кормового столика, вообще места, где происходит кормление, время обычного кормления, звуки, сопровождающие кормление. Магнитофонная запись подводных звуков, издаваемых прудовыми карпами при кормлении, стимулирует пище-поисковое поведение.

Пищевое поведение рыб нарушается в результате испуга – например, длительного облова пруда или бассейна. Рыбы в течение нескольких дней могут быть более пугливы и недоверчивы, меньше есть.

Не пугающие повреждающие факторы меньше влияют на пищевую активность. Приморенные до «обморока» гипоксии карпы начинают питаться через несколько минут после того, как придут в себя.

Сортировка. Поведенческие реакции рыб могут быть использованы для сортировки их по размеру. Сортировка бывает полезна, даже и необходима при выращивании форели в индустриальных хозяйствах. Некоторая часть форелей настолько обгоняет других в росте, что начинает хищничать.

Для сортировки используются ящики с перегородкой из гладких стержней или трубок, ширина между которыми регулируется: мелкая рыба уходит в другой отсек, а крупная остается.

Сортировка может быть ускорена, если сильно осветить один отсек и затемнить другой. В этом случае делу помогает стремление рыбы к убежищу, или так называемый отрицательный фототаксис.

Рыбозащита и рыбопропускные сооружения. Значительное место в рыбохозяйственных исследованиях и строительстве занимают рыбозащитные и рыбопропускные сооружения. Рыбозащита необходима в водозаборных сооружениях (водозаборы для нужд предприятий).

Используются данные устройства и сооружения на базе гидродинамических явлений с использованием оптомоторной реакции и на основе отпугивания.

Отпугивать пытаются в основном звуками низкой частоты. При использовании оптомоторной реакции рыб место, где начинается интенсивное движение воды к водоразбору, снабжается отчетливыми ориентирами – например, полосатыми стенками, источниками света. Это облегчает рыбе выход из зоны водоразбора.

При использовании гидродинамических явлений движение воды к водоразбору делают криволинейным, что заставляет предметы и рыбу отжиматься к внешнему краю потока.

Большие средства вкладываются в рыбопропускные сооружения при плотинах. Пути следования рыб к плотинам и места концентрации перед плотинами имеют особенности, которые необходимо учитывать при проектировании строительства таких сооружений. Отсекание мальков в потоке, ведущем к водозабору, довольно эффективно осуществляется путем расположения наискось к течению линии вертикальных пластин.

Хотя расстояние между пластинами вполне проходимо для рыб, они отпугиваются как на свету, так и в темноте вихревой зоной, образуемой перед пластинами.

Реореакция, т. е. стремление рыб плыть навстречу потоку, используется для привлечения к устью ступенчатого рыбохода, лифта или канала в обход плотины. Рядом с устьем канала выводится струя контрастно-быстрого потока. Она привлекает рыб к устью рыбохода и существенно увеличивает его эффективность.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности распределения рыб в рыбоводных водоемах и емкостях?
2. Опишите особенности поведения рыб при кормлении.
3. Расскажите особенности поведения рыб при сортировке рыб.

Тема 13. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ РЫБ.

Цель занятия: изучение поведения рыб при изменении атмосферного давления.

Материалы и оборудование: различные виды аквариумных рыб.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) проведите опыты по влиянию изменения атмосферного давления на поведение аквариумных рыб.

Атмосферное давление – это сила, с которой атмосфера давит на поверхность Земли. Оно изменяется с высотой и варьируется от местности к местности, а также от времени года и дня. Это явление оказывает непосредственное воздействие на жизнь рыбы.

Одной из главных причин, почему атмосферное давление воздействует на рыб, является то, что они находятся в жидкой среде, которая легко подвергается изменениям внешних факторов. Когда давление изменяется, происходят соответствующие изменения в жидкости, и это может привести к нарушению равновесия в организме рыбы.

Кроме того, повышение или понижение давления воздуха также может влиять на содержание кислорода в воде и, следовательно, на способность рыбы дышать. Этот процесс может затронуть весь круг жизни

рыбы — от ее метаморфоз в раннем развитии до нагульных и нерестовых миграций.

Высокое атмосферное давление может оказать отрицательное влияние на здоровье и поведение рыбы. Сильное давление воздуха может вызвать болезни, а также изменить водную среду, что может привести к гибели многих видов рыб.

Низкое атмосферное давление, наоборот, может оказать положительное воздействие на плавание рыбы. При низком давлении воздуха рыбы могут лучше видеть и слышать, благодаря улучшению прохождения звуков в воде, что помогает им быстрее находить добычу.

Среднее атмосферное давление является наиболее комфортным для жизни рыбы, так как оно не вызывает стресса и позволяет рыбам сохранять баланс в своей экосистеме.

Таким образом, атмосферное давление имеет огромное значение для поведения и здоровья рыбы. Изучение этих взаимосвязей может помочь в сохранении биоразнообразия водных ресурсов и улучшении условий для жизни рыбы.

Воздушный перепад — это разница между атмосферным давлением на разных высотах над уровнем моря. Когда происходят изменения атмосферного давления, это влияет на поведение рыбы и ее способность к плаванию.

Обычно рыбы чувствительны к воздушным перепадам, которые могут вызывать приближение циклона или антициклона, бурю или другие неблагоприятные погодные условия. Когда воздушный перепад увеличивается, плотность воды также меняется, что в свою очередь влияет на плавание рыбы. Например, при резком понижении давления рыбы могут начать искать глубину, чтобы уменьшить влияние изменений давления. Подобным же образом изменения плотности воды влияют на расстояние, пройденное рыбой вверх или вниз по воде.

Как правило, ведение рыболовства оказывается успешным, когда погодные условия благоприятны, а воздушный перепад умеренный. Если же перепады слишком большие, рыба может стать менее активной и воздерживаться от кормежки.

Знание о погодных условиях и изменении атмосферного давления может помочь выбрать наиболее подходящее время и место для лова.

Например, при повышении давления рыба становится более медлительной и менее активной. В этом случае рекомендуется использовать более медленные приманки, которые подразумевают более спокойное движение.

При понижении давления, рыба становится менее активной и начинает искать убежище. В таких условиях лов рыбы может стать менее эффективным, так как рыбы могут быть менее склонны к кормлению и могут скрыться в глубине воды. Однако, в некоторых случаях, например, перед бурей, рыба может стать более активной, в поисках корма, и в таких условиях рыбалка может быть более успешной.

С другой стороны, при понижении давления рыба становится более активной и подвижной. В такой ситуации надо использовать более быстрые приманки, чтобы привлечь внимание рыбы.

Также следует учитывать, что изменения давления влияют на распределение рыбы в водоеме. Особенно это заметно при переходе от высокого давления к низкому. В этом случае рыба часто перемещается из глубоких мест в более поверхностные, более теплые и кислородные зоны.

На высоком давлении рыбы часто становятся неактивными и обитают на мелководье. Низкое давление же, напротив, заставляет их стать более активными и плавать в более глубоких водах.

Эти изменения в поведении рыб, вызванные изменением атмосферного давления, в свою очередь могут влиять на миграцию рыб и их маршруты. Многие рыбы мигрируют в поисках пищи или самопроизвольно, и их маршруты могут изменяться в зависимости от изменения атмосферного давления.

Например, некоторые виды рыб, такие как тунец, могут двигаться к поверхности за пределами своих обычных маршрутов, если давление снижается. Так же рыбам может потребоваться двигаться в другие кормовые участки, если давление приводит к изменению температуры их обычного местообитания.

В любом случае, изменения в атмосферном давлении могут иметь сильное влияние на поведение и миграцию рыб и, следовательно, на экосистему в целом.

Атмосферное давление является одним из факторов, которые влияют на здоровье рыб. Как правило, рыбы чувствительны к изменениям давления и могут страдать от сильных скачков, которые могут привести к различным заболеваниям. Например, низкое давление может вызвать гипоксию (недостаток кислорода) у рыб, а высокое давление может привести к болезни декомпрессии.

Аэроэмболия — это заболевание, связанное с появлением газовых пузырьков в кровеносных сосудах организма, которые в результате могут вызвать нарушения в работе различных органов и систем. У рыб,

которые обитают на глубинах, где давление выше, это проблема не возникает, но при подъеме рыбы на поверхность возможно развитие аэроэмболии из-за значительного снижения атмосферного давления. Это заболевание может повлиять на различные органы рыбы, включая пищеварительную систему, сердце, жаберные дуги и позвоночник. Например, блокировка кровеносных сосудов, вызванная появлением газовых пузырьков, может привести к перекрытию кровоснабжения жаберных дуг и кислородного голодания тканей. Это может привести к снижению устойчивости к инфекционным заболеваниям и другим стрессам.

Влияние аэроэмболии на рыб может зависеть от множества факторов, таких как размер и вид рыбы, подъем на высоту и скорость.

Значительные скачки атмосферного давления также могут вызвать изменения температуры воды, что также может оказать влияние на рыб. Холодная вода может снижать иммунитет рыб, делая их более восприимчивыми к различным инфекциям и болезням.

Рыбы, которые подверглись стрессу от сильных изменений атмосферного давления, могут проявлять различные симптомы болезни. Это может включать в себя потерю аппетита, утомляемость, изменение поведения и цвета кожи. Некоторые рыбы могут также показывать признаки нервной системы, такие как дезориентация и неправильное плавание.

Если рыбы не получают соответствующего лечения, болезнь может прогрессировать и стать более тяжелой. Это может привести к смерти рыбы или вызвать серьезные проблемы с их здоровьем в будущем.

Чтобы предотвратить возможные заболевания у рыб, связанные с изменениями атмосферного давления, рыбоводы должны проявлять осторожность во время стрессовых событий. Например, при грозе, что может вызвать изменения в барометрических показателях, лучше не кормить рыб. Также может быть полезно установить систему вентиляции, чтобы обеспечить соответствующую циркуляцию воды.

Контрольные вопросы

1. Как атмосферное давление влияет на поведение рыбы?
2. Как воздушные перепады влияют на плавание?
3. Какова связь между поведением рыбы и уровнем атмосферного давления?

Тема 14. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗИМНЕГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБ.

Цель занятия: изучение поведения рыб в зимний период.

Материалы и оборудование: Научные фильмы по этологии рыб в зимний период.

Задание:

- 1) изучите теоретический материал;
- 2) Определите особенности поведения рыб в зимний период.
- 3) заполните таблицу 6.

Т а б л и ц а 6. Поведение рыб в зимний период

Способ зимовки	Вид рыбы	Поведенческая реакция

В зимний период резкое похолодание приводит к изменениям жизни в водоёмах, и особенно они сказываются на рыбах. У подводных обитателей снижается активность и замедляется обмен веществ.

Существует несколько способов, которыми пресноводная рыба приспособляется к зимним холодам. Они зависят от глубины водоёма, течения или его отсутствия, температуры окружающей среды и вида рыб.

Зимовальные ямы. Похолодание и замерзание воды по-разному сказывается на каждом виде рыб. Некоторые из них относятся к теплолюбивым: карпы, лещи, сазаны, лини. Они с октября стаями плывут на большую глубину. Такие глубоководные участки называют зимовальными ямами. На глубине рыбы проводят от 3 месяцев, тесно сбившись и почти не двигаясь. Часто у тех из них, что находятся на нижнем слое, образуются пролежни.

В небольших ямах обычно зимуют рыбы одного вида и возраста. Это объясняется тем, что при менее интенсивных обменных процессах для большого количества экземпляров условия оказываются оптимальными. Во время зимовки рыбы выделяют слизь. Она не позволяет телам соприкасаться плотно друг с другом и служит своеобразной термической подушкой.

Сомы зимуют не в самих ямах, а рядом с ними. Они не переносят ухудшения кислородного режима, которое обязательно наступает спустя некоторое время после образования ледяного покрова.

Полная пассивность. Такой вид зимовки чаще всего выбирает карась. Он просто замирает близко ко дну водоёма, совсем перестаёт двигаться и питаться и в таком положении ждёт весны. Обменные процессы в организме сильно замедляются, что позволяет рыбе выжить в холодную и голодную пору.

Зарывание в ил. Это своеобразный вариант полной пассивности. Он подходит не только для карася, но и для многих других видов. Рыбы уходят на дно, зарываются поглубже в слой ила и замирают. Неподвижность помогает не тратить энергию (а значит, нет необходимости в её пополнении), ил служит подушкой, защищающей от промерзания.

Замораживание. Небольшие водоёмы со стоячей водой в суровые зимы промерзают до самого дна. Иногда леденеет даже ил, в который зарылись рыбы. Обитатели прудов, озёр и болот, в которых отсутствует течение, приспособились и к этому.

Рыбы, которые спокойно переносят зимовку в полной пассивности (например, карась и далия), вмерзают в слой льда, впадая в полную спячку. Когда лёд оттаивает, и вода постепенно прогревается, рыбы просыпаются и начинают активную жизнь.

Только если сильно промёрзнут жабры и жидкость в организме подводного обитателя, он умирает. Такое случается редко.

Миграция. Некоторые рыбы, например, лососевые, на зиму отправляются в южные регионы. За лето они накапливают достаточно жира, подрастают, и с приближением холодов перебираются к тёплым морям, где зимуют ближе ко дну. Этот процесс называется «миграция».

После окончания зимы, откормившиеся в морской воде рыбы возвращаются в реки, чтобы отнереститься и продолжить род.

Сохранение активности. Некоторые виды рыб, чаще всего крупные, не теряют активности при похолодании. Постоянное движение обеспечивает их телам энергию и согревание, а питанием становится мелочь, которая не впадала в спячку: плотва, уклейка, ерши. Пищей могут послужить даже собственные мальки.

Нерест. Вид зимовки, который обычно используют налимы. В тёплой воде рыба чувствует себя угнетенно, впадает в спячку, как только температура поднимается выше 15-16° С. Зато зима – самое благоприятное время года. С наступлением осенних холодов налим активно откармливается, а зимой приступает к размножению. В холодной воде под толстым слоем льда он нерестится, откладывая икру на каменистом дне водоёма.

Особенности зимовки мирных рыб. Отличие мирных рыб от хищников состоит в большей теплолюбивости первых. Обычное их состояние

в зимний период – уход на глубину и почти полная пассивность.

Ещё с осени мирные виды рыб начинают подготовку к зиме – они переходят с растительной пищи на белковый рацион, чтобы пополнить запасы энергии и нагулять жир. Это помогает им также в выделении характерной слизи, которая обеспечивает терморегуляцию и защиту от хищников.

Её запах вызывает отвращение у хищников, и они не трогают мирных обитателей водоёмов, замерших в ямах для зимовки. В противном случае всё поголовье этих видов было бы уничтожено.

Когда наступают морозы, и водоёмы покрываются льдом, мирная рыба уходит на дно. Не двигаясь, до весны она находится в зимовальных ямах. Порой там собираются тысячи рыб разных видов и возрастов.

Когда наступают оттепели, или устанавливается стабильная солнечная погода, некоторые особи поднимаются к поверхности, чтобы глотнуть кислорода или найти питание. Обычно это рыбы мелких или средних размеров. Крупные могут проводить в бездействии всю зиму благодаря накопленному жиру.

Особенности зимовки хищных рыб. Хищники, отличающиеся крупными размерами, замедляют жизнедеятельность только при самых сильных морозах, а в остальное время они активны. Дело в том, что такие виды рыб предпочитают сумрак, а лёд на поверхности воды как раз создаёт такую полутьму.

Крупной хищной рыбе хватает корма в виде ещё не ушедшей на дно мелочи. Поэтому рыбаки знают: самая удачная рыбалка приходится на начало и конец зимы. Только окунь хорошо ловится в течение всего холодного сезона – он держится за счёт накопленного в больших количествах жира.

В отличие от остальных хищников, сомы предпочитают зимовать пассивно, залегая чуть выше глубинных ям. Для этого они собираются группами, хотя в другое время года предпочитают обитать в уединённых местах.

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы зимовки рыб.
2. Какие особенности зимовки хищных рыб вам известны?
3. Какие особенности зимовки мирных рыб вам известны?

ЛИТЕРАТУРА

1. Яржомбек, А.А. Основы этологии рыб: учеб.-метод.пособие / А. А. Яржомбек. – М.: МГУТУ, 2009. – 64с.
2. Иванов, А.А. Физиология рыб / А. А. Иванов. – М.: Мир, 2003. – 284с.
3. Биологические основы управления поведением рыб: Сб. трудов ин-та эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова; ред. Б. П. Мантейфель. – М.: Наука, 1970. – 233с.
4. Шибаев, С.В. Промысловая ихтиология: учеб. пособие для вузов / Шибаев С. В.– М.: Проспект Науки, 2007. – 400с.
5. Малюкина Г. А. Хеморецепция и стайное поведение рыб / Г.А. Малюкина. – Вопросы биологии. – М.: Наука, 1967. – С.215-220.
6. Мочек, А.Д. Индивидуальные различия поведения рыб : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / А.Д. Мочек. – М., 2000. – 18 с.
7. Акимушкин, И.И. Проблемы этологии / И. И. Акимушкин. – Смоленск: Русич, 1999. – 129 с.
8. Поленюк, В.В. Биофизическое обоснование управления поведением объектов лова акустическими стимулами: автореф. дис...д. техн.наук: 05.18.17 / В.В. Поленюк. – Владивосток, 2007. – 20 с.
9. Михайлова, Е.С. Вкусовые предпочтения и особенности пищевого поведения трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* и девятииглой корюшки *Pungitius pungitius*: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Е.В. Михайлова. – М., 2009. – 18 с.
12. Харченко, Н. А. Справочник основных понятий и терминов по экологии и этологии / Н. А. Харченко, А. Т. Козлов. – Изд-во Воронеж.ун-та, 1982. – 112 с.
13. https://dzen.ru/a/X_nuxvkGsWhyigM6
14. Атмосферное давление и поведение рыб. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://urp-penza.ru/rybalka/atmosfernoe-davlenie-i-povedenie-ryby-kak-vozdushnye-perepady-vliyayut-na-plavanie-v-oblakah/>. – Дата доступа: 15.04.2023 г.
15. <https://ferma.expert/ryba/kak-zimuyut> © Ферма.expert
16. Усов М.М.. Этология рыб / методические указания к лабораторным работам для студентов обучающихся по специальности 1 – 74 03 03 Промышленное рыбоводство / М.М. Усов. – Горки, 2014 г. – 34 с.

У ч е б н о е и з д а н и е

Усов Михаил Михайлович
Усова Оксана Владимировна

ЭКОЛОГИЯ РЫБ

Методические указания по изучению дисциплины

Редактор *Н. Н. Пьянусова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать . . .2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 8,14. Уч.-изд. л. 7,23.
Тираж 50 экз. Заказ . . .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки

