

Задачи решают рыбоводы

Творческие задания по биологии

Анатолий Гин,
руководитель
лаборатории
образовательных
технологий
«Универсальный
решатель»,
консультант-
эксперт по теории
решения
изобретательских
задач,
Ирина Андржеевская

Кислород для рыб

Зимой пруды в рыбных хозяйствах покрываются толстым слоем льда, и рыба может погибнуть от недостатка кислорода. Как быть? Можно, конечно, делать проруби, но они постоянно замерзают. Можно придумать установку, которая будет растапливать лёд, но это дорогостоящее решение.

Предложите простое и дешёвое решение проблемы

Ответ. Воздух должен проходить сквозь лёд, так как без него погибнут рыбы, но воздух не может проходить через лёд. Значит, во льду должны быть отверстия, через которые в воду попадёт воздух, но при морозе отверстия исчезают — затягиваются льдом. Можно использовать посредник, через который проходит воздух. Например, в лёд вмораживают пучки обычной соломы — она не смачивается водой и поэтому не промерзает. По соломинкам воздух, а следовательно, и кислород попадают в воду.

Точка роста. Найдите и другие решения. В чём их преимущества и недостатки по сравнению с контрольным решением?

Сине-зелёная опасность

В рыборазводных хозяйствах выращивают рыб в специальных закрытых водоёмах: прудах, каналах или искусственных озёрах. И здесь рыбоводов подстерегают опасности. Главная из них — водоросли. Сине-зелёные водоросли вызывают так называемое цветение воды, резко уменьшая коли-

чество растворённого в воде кислорода. Таким образом они вытесняют из рыбообразных водоёмов другие формы жизни, в том числе и рыб.

Как можно бороться с сине-зелёными водорослями в рыбообразных прудах?

Ответ. Вспомните, что представляют собой сине-зелёные водоросли. Ботаники-альгологи могут заселить водоёмы другими видами водорослей (ввести конкурентов), а микробиологи — натравить на водоросли-бактерии подходящих бактериофагов.

Справка. Сине-зелёные водоросли встречаются уже в архейских отложениях с возрастом 3–3,5 миллиарда лет. Эти древние водоросли обладают признаками водорослей и бактерий одновременно. Вместе с бактериями их объединяют в прокариотные организмы, не имеющие ядра в клетке, в отличие от настоящих водорослей, эукариотов, имеющих клеточное ядро. В современных морях и пресноводных водоёмах обитает около 1400 видов 150 родов сине-зелёных водорослей.

Почему рыбы «пускают пузыри»

Одни рыбы заглатывают атмосферный воздух и затем выпускают пузыри воздуха из жабр. Такое явление можно наблюдать, например, у аквариумной рыбки сомика коридораса (*Corydoras*). Другие рыбы (с большим ртом) иногда заглатывают воздух вместе с плывущей по поверхности пищей и после этого начинают «выдувать» пузыри воздуха изо рта и жабр. Многие лабиринтовые рыбы стро-

ят гнездо из пузырей, в котором хранят свою икру. Все эти случаи сопровождаются редкими и кратковременными пузырями. Но часто можно наблюдать целые потоки пузырьков, поднимающихся к поверхности водоёма — рыбы «пускают пузыри» серией.

Как вы думаете, почему рыбы пускают пузыри?

Ответ. Когда рыба погружается на глубину, увеличивается гидростатическое давление на её тело. При этом плавательный пузырь сжимается, и, чтобы сохранить его объём и соответственно плавучесть, рыба «подкачивает» пузырь с помощью газовой железы. Для этой цели она выделяет из крови растворённые в ней азот и кислород. Но вот рыба быстро поднялась к поверхности воды, и гидростатическое давление на её тело резко уменьшилось. При этом газы в пузыре могли бы резко расширяться и просто разорвать рыбу изнутри. Но этого не происходит, потому что рыбы, живущие на небольших глубинах, имеют открытый плавательный пузырь. Он соединяется с ртом воздушным каналом, через этот канал избыток газов выходит наружу, при этом изо рта рыбы к поверхности и устремляется поток пузырьков.

Кстати. Морские рыбы имеют закрытый плавательный пузырь, который сообщается с внешней средой, и потому пузыри не пускают. А у некоторых видов рыб плавательный пузырь и вовсе отсутствует, например у акул и тунцов. Плавательный пузырь ограничивал бы скорость перемещения в воде по вертикали и мешал бы охотиться. Плавучесть этим рыбам обеспечивают сильные мышцы.

Рыба плещется к дождю

Рыбы иногда выпрыгивают из воды. Для некоторых видов рыб это характерное поведение — таким образом они спасаются от хищников. Ещё рыбы выпрыгивают, чтобы схватить насекомых, сидящих на растениях близко от поверхности воды, а копеллы Арнольда, например, выпрыгивают из воды, чтобы отложить икру. Но перед дождём рыбы настолько часто выпрыгивают, что даже примета появилась: «Рыба плещется к дождю»...

Объясните, почему рыбы так часто выпрыгивают из воды перед дождём?

Ответ. Перед дождём резко возрастает влажность воздуха, на крыльшках насекомых конденсируется вода. Образовавшиеся капельки воды, словно гири, тянут букашек вниз. А рыбы выпрыгивают, чтобы поживиться потяжелевшими летунами.

Кстати. Ласточки и стрижи перед дождём летают низко над землёй, тоже гоняясь за насекомыми, «прижатыми» к земле повышенной влажностью.

Справка. Нерест копеллы Арнольда (*Copepla arnoidi*) уникален. Благодаря мощному раздвоенному хвосту с удлинённой верхней частью рыбки способны выпрыгивать из воды на высоту до 20 сантиметров. Они откладывают икру на нависающие над водой на расстоянии 5–8 сантиметров листья, выпрыгивая из воды. Самец подбирает наиболее удобное для нереста место у поверхности воды, и обе рыбки, прижавшись одна к другой, подходят к этому месту. После короткой

паузы они синхронно выпрыгивают из воды, так продолжается 2–2,5 часа с промежутками 3–5 минут. За это время самка вымётывает на лист от 30 до 50 икринок. После нереста самец в течение 38 часов до выклева мальков ухаживает за икрой, периодически, через 10–20 минут, орошая кладку брызгами воды, создаваемыми им при помощи резких движений хвостового плавника. Спустя 38 часов при температуре 28–30 градусов мальки выклевываются и вместе с каплями падают в воду.

Подумайте. Какие преимущества даёт рыбкам этот необычный способ размножения?

Рыбные пруды в океане

Разведение рыбы — перспективное направление рыбного хозяйства. В настоящее время широко развивается прудовое хозяйство. Рыбоводам хотелось бы научиться выращивать и морских рыб.

Но как разводить рыбу в океане? Предложите проект «рыбофермы» в океане.

Ответ. Предлагается огородить прямо в океане огромные территории. Представьте себе плавучие трубы, к которым подвешиваются обыкновенные сети. Стабилизацию системы обеспечивают балласт и крупный якорь. Вдоль клеток с рыбой перемещается устройство с лебёдкой и гидравлической системой управления. При сильном волнении или загрязнении воды клетки с рыбой опускаются до нужной глубины. Специально оборудованное судно

Анатолий Гин, Ирина Андреевская
Задачи решают рыбоводы.
Творческие задания по биологии

находится в 300 метрах от морской фермы, причём для его обслуживания достаточно четырёх человек. А в период «сбора урожая» привлекается дополнительная сила.

Кстати. В описанной экспериментальной рыбоферме в первый же сезон в трёх клетках размером по 500 кубометров каждая было выращено из мальков 30 тонн рыбы. Это такая же производительность, что и во внутренних бассейнах.

В Научно-исследовательском институте рыбного хозяйства при Университете Кинки в Японии выращивают чёрных тунцов. Резервуар имеет 31 метр в ширину и столько же в длину; в нём 24 взрослые рыбы, длина каждой из которых около метра.

Фермы по разведению лососей потребляют рыбы больше, чем производят: чтобы получить один килограмм лосося, необходимо израсходовать три килограмма корма из рыбопродуктов.

Точка роста. Главная трудность, с которой сталкиваются при разведении рыбы, — поддержание качества воды в морских загонах на должном уровне. Загоны чаще располагают в заливах, потому что в них спокойно. Но приливы и отливы в заливах незначительны, и это может привести к накоплению несъеденных остатков корма и прочих отходов и к загрязнению воды. Над этим вопросом теперь работают специалисты.

Предложите свои решения.

Почему мальки страдают?

Ольга Ивановна, учительница природоведения, рассказывая третьеклассникам о вреде разлива нефти, вспомнила замечательный пример, о котором где-то слышала.

— А ещё, дети, — сказала она, — разлившаяся нефть образует на поверхности плёнку, которая мешает дышать малькам рыб, и несчастные умирают от удушья!

— Но, Ольга Ивановна, — спросил Андрюша, — ведь рыбы дышат жабрами в воде, при чём тут воздух?

И в самом деле, при чём тут воздух? Права ли Ольга Ивановна? Если да, то почему? Если нет, то каким образом нефтяная плёнка может вредить малькам рыб?

Ответ. Мальки рыб, имеющих плавательный пузырь, обязательно должны глотнуть воздух, чтобы заполнить им свой ещё крохотный плавательный пузырь, а нефтяная плёнка лишает их этой возможности, и мальки погибают раньше всех других морских обитателей.

Кстати. Только что «вылупившиеся» из икры мальки рыб, имеющие плавательный пузырь, попав под нефтяной колпак, никогда не выживают.

Вот один из примеров. «26 апреля 2005 года разлившаяся нефть с танкера, шедшего через Малаккский пролив, проникла в более чем шесть тысяч рассадников мальков на восьмидесяти местных рыболовецких фермах, расположенных вдоль побережья малайзийского штата Джохор, в результате чего вся рыба погибла. Об этом сообщила крупнейшая малайзийская газета «Нью Стрэйтс Тайме».

Рыбы в стае

Стайные рыбы иногда образуют огромные плотные косяки толщиной до 10 метров и площадью 15–20 квадратных километров — это десятки миллионов рыб. При этом косяк рыб может вести себя как единое целое.

Каким образом рыбы в косяке координируют свои движения?

Ответ. При изучении поведения рыб учёные выявили три простых правила, которым следует каждая особь в косяке.

- Каждая рыба следит только за ближайшими соседями. Эта связь обеспечивается зрением — слепая на один глаз рыба пристраивается к соседям, которые плывут со стороны её зрячего глаза.
- Все особи одинаково сориентированы. Каждая рыба создаёт вокруг своего тела электромагнитное поле. Рыбы, плывущие в стае рядом, чувствуют поля соседей: стоит лишь одной рыбке в стае проявить беспокойство и резко повернуть, как все остальные мгновенно делают то же самое.
- Их влечёт друг к другу, но они выдерживают определённую дистанцию. Рыбы в косяке держатся очень близко друг к другу — обычно расстояние между ними равно длине их тела и даже меньше.

Подумайте. Почему косяки рыб каждый вечер распадаются и вновь формируются по утрам?

Почему косяки распадаются задолго до наступления густых сумерек под водой?

Есть ли у косяка рыб вожак?

Кстати. Птицы в стае ведут себя аналогичным образом. Однако они держатся обычно на

расстоянии, равном 3–4 длинам их тела.

Весной в Дании происходит удивительное явление: более миллиона европейских скворцов (*Sturnus vulgaris*) слетаются со всех окрестностей, чтобы поучаствовать в невероятных «авиашоу». Собираются они приблизительно за час до заката. Это явление местные жители называют чёрным солнцем, наблюдать за ним можно в период с марта до середины апреля всюду по болотам Западной Дании.

Смерть, дающая жизнь

В Байкале на глубине 300 и более метров обитает живородящая рыбка голомянка. Во время нереста голомянки быстро устремляются к поверхности озера, от разности давления живот рыбки лопается, и детёныши выходят наружу. Сама рыбка при этом погибает. Большая голомянка рождает более двух тысяч личинок, малая голомянка — более тысячи. Такого способа размножения, как у голомянки, неизвестно ни у одного водного организма — другие живородящие рыбы (например, гамбузии из пресноводных, акулы из морских) после рождения потомства остаются живыми и способны к повторному деторождению.

Какие причины могли привести к тому, что в процессе эволюции возник такой способ размножения?

Какой биологический смысл может иметь этот процесс?

Ответ. Потомство голомянок появляется на свет в приповерхностных слоях воды. Это, вероятно, нужно для того, чтобы мальки могли питаться обитающими здесь

Анатолий Гин, Ирина Андреевская
Задачи решают рыбоводы.
Творческие задания по биологии

планктонными организмами. Возможно также, молодь спасается здесь от своих взрослых собратьев, которые поедают их (каннибализм).

Кстати. Собственная молодь в рационе голомянок составляет около 20 процентов.

Подумайте. Может ли необычный способ размножения этих рыб быть причиной того, что они нигде больше в мире не встречаются и смогли появиться и выжить только в Байкале?

Кстати. Исследования последних лет (Ж. А. Черняев) показывают, что голомянки не всегда погибают при рождении потомства.

Подумайте. Оцените, какое усилие возникает при таком способе размножения?

Точка роста. В ночные часы у мальков голомянки проявляется

незначительный светотаксис. Может быть, это их реакция не на свет, а на концентрацию привлекаемых светом кормовых организмов — эпишуры и мальков макроректопуса? Соответствующих экспериментальных исследований пока не проводилось. Есть надежда, что эксперимент удастся провести в аквариумах под давлением до 50–100 атмосфер и с температурой в пределах 3,4–3,6 градуса, что соответствует естественным условиям жизни голомянки на глубинах до 500–750 метров.

Голомянки — исключительно красивые рыбы. Они бледно-розового цвета с отливающими всеми цветами радуги перламутровыми бликами. Тело голомянки полупрозрачно, глаза имеют ярко-оранжевый ободок, как у альбиносов. Гигантские грудные плавники, закрывающие половину тела, совершенно прозрачны. Рот голомянки довольно больших размеров, открытая пасть раза в полтора превосходит ширину тела.