

УДК 556.5 : 556.113.2 + 574.5

**М.В. ШИХМАРЕВ**

Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ВОДОЕМА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Artificial rise of temperature of water is capable to render versatile negative influence on physical and chemical and hydrobiological modes of reservoirs. Rising of temperature of water can lead to infringement of structure of flora of reservoirs at which normal progress of organism and its capacity to reproductive properties is not kept.

Искусственное повышение температуры воды способно оказывать разностороннее негативное влияние на физико-химический и гидробиологический режимы водоемов. Увеличение температуры водных объектов всего на 4–5°C может существенным образом отразиться на условиях обитания рыб и других гидробионтов. При этом, в частности, снижается содержание кислорода в воде, увеличивается выделение углекислого газа и сероводорода, повышается содержание в воде солей железа, азота, аммония и др. Повышение температуры вод стимулирует развитие бактерий, потребляющих кислород, а также облегчает миграцию  $PO_4$  из донных отложений. Повышенное содержание минеральных солей, обусловленное тепловым загрязнением водоемов, способно вызвать массовое развитие высшей водной растительности, водорослей, а также цветение воды, связанное с чрезмерным увеличением численности представителей сине-зеленых водорослей (Cyanophyta).

Повышение температуры воды может привести к нарушению структуры растительного мира водоемов. Характерные для холодной воды водоросли замещаются более теплолюбивыми и, наконец, при высоких температурах происходит полное их вытеснение.

Если тепловое загрязнение усугубляется поступлением в водоем органических и минеральных веществ (смыв удобрений с полей, навоза с ферм, бытовых стоков), происходит процесс эвтрофикации, то есть резкого повышения продуктивности водоема. Азот и фосфор, служа питанием для водорослей, в том числе микроскопических, позволяет последним резко усилить свой рост. Чрезмерно размножившись и увеличив тем самым площадь затенения, водоросли начинают испытывать недостаток поступления света, в результате чего идет процесс их массового отмирания и гниения, сопровождающийся ускоренным потреблением кислорода, вплоть до полного его исчерпания.

Повышение температуры воды в водоемах оказывает существенное влияние на фитопланктон, а также – зоопланктон, на его видовой состав и численность. В то же время имеются данные, согласно которым, подогретые воды способны оказывать и благоприятное воздействие на некоторых представителей зоопланктона, стимулируя процесс воспроизводства, за счет повышения индивидуальной плодовитости самок и увеличения числа генераций. Однако повышенная температура влияет не только на воспроизводство зоопланктона, но и на длительность его жизни. Влияя на продолжительность отдельных стадий развития беспозвоночных животных, повышенные температуры способны сокращать продолжительность всего жизненного цикла.

Под влиянием теплового загрязнения существенные изменения претерпевает и зообентос: снижаются численность и биомасса донной фауны при сходном видовом составе зообентоса на одних и тех же грунтах в зоне влияния теплых вод и за ее пределами.

Так, для представителей класса Двустворчатые моллюски (*Bivalvia*), легко адаптирующихся к изменению условий обитания, высокая температура может воспрепятствовать фиксации на субстрате или же объединению в колонии посредством скрепления биссусом, вследствие чего они могут стать легкой добычей для хищников. Размножение брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) в условиях повышения температуры вод начинается на несколько недель раньше. Однонаправленные изменения отмечены у ряда представителей членистоногих (*Arthropoda*). Так, у представителей класса Ракообразные (*Crustacea*) наблюдается смещение нереста на более ранние сроки.

Значение температурного фактора в жизнедеятельности ихтиофауны (*Pisces*) определяется тем фактом, что рыбы относятся к пойкилотермным животным, характеризующимся непостоянной температурой тела, следующей за изменениями температуры окружающей среды. Диапазон температурных условий существования рыб чрезвычайно велик (от  $-2$  до  $+52^{\circ}\text{C}$ ), но значительно уже вариаций температуры природных вод, которая может составлять от минус  $7^{\circ}\text{C}$  (сильноминерализованные воды озер) до  $96^{\circ}\text{C}$  (воды горячих ключей) или же – диапазона термических изменений, способных быть вызванными антропогенным воздействием.

В естественных условиях рыбы, перемещаясь из одной температурной зоны в другую, выбирают зону так называемых оптимальных температур. Характерная особенность ихтиофауны выживать при весьма широких амплитудах температур стала возможной благодаря своевременному обнаружению термических изменений самими рыбами и избеганию неблагоприятного воздействия крайних значений температур. Способность рыб жить в определенном температурном интервале представляет собой эволюционно сформировавшуюся адаптацию к температурному режиму среды обитания той или иной группы рыб. Тропические и субтропические, а также некоторые другие морские рыбы более stenotherмы, чем пресноводные и морские рыбы средних широт. Однако в естественных условиях обе эти группы рыб постоянно сталкиваются с изменениями термических условий существования. Если эти изменения имеют замедленный характер, то stenotherмные представители ихтиофауны успевают избежать воздействия крайних температур, а эвритермные изменить интенсивность обмена веществ и привести его в соответствие с новыми температурными условиями. Хорошо известны, например, сезонные колебания температуры в континентальных водоемах, вследствие чего при осеннем охлаждении воды рыбы уходят с мелководий в более глубокие открытые зоны водоемов, а весной возвращаются обратно. Однако наряду с адаптацией к определенным термическим условиям конкретного водоема особое значение представляет их способность противостоять резким кратковременным или продолжительным изменениям температуры. Способность рыб переносить колебания температуры и приспособленность к этим колебаниям играет ведущую роль не только в определении уровня метаболизма и распределения рыб в водоеме, но и определяет их устойчивость к температурному фактору в случае его резких колебаний (терморезистентность).

В естественных условиях при медленных повышениях или понижениях температур представители ихтиофауны и прочие водные организмы постепенно приспосабливаются к изменениям температуры окружающей среды. Но если в результате сброс-

а в реки и озера горячих стоков с промышленных предприятий быстро устанавливается новый температурный режим, то времени для акклиматизации не хватает, живые организмы получают тепловой шок и погибают.

Тепловой шок — это крайний результат теплового загрязнения. Искусственный подогрев вод может существенно изменить поведение рыб — вызвать несвоевременный нерест, нарушить миграцию. После перенесенного термического шока, рыба становится более доступной для хищников.

Результатом сброса в водоемы нагретых стоков могут быть и иные, более серьезные последствия. Одним из них является влияние на процессы обмена веществ. Согласно закону Ван Хоффа, скорость химической реакции удваивается с увеличением температуры на каждые 10 °С. Поскольку температура тела холоднокровных организмов регулируется температурой окружающей водной среды, прогрев вод усиливает скорость обмена веществ у рыб и водных беспозвоночных. В свою очередь это повышает их потребность в кислороде. В результате же возрастания температуры воды содержание в ней кислорода падает. Нехватка кислорода способна вызвать жестокий физиологический стресс и даже гибель.

Представители ихтиофауны, акклиматизированные к высоким температурам, способны вынести кратковременные термические скачки без видимых повреждений. Однако после акклимации к пониженным температурам устойчивость к высоким температурам значительно снижается. По-видимому, имеется своего рода оптимальный термический уровень для тепловой акклимации рыб и дальнейшее повышение этой температуры не приводит к увеличению терморезистентности акклимируемых рыб.

Некоторые авторы отмечают сезонную и географическую изменчивость терморезистентности рыб. Летом рыбы характеризуются более высокой устойчивостью к резкому изменению температуры вод, чем зимой. Следовательно, сбросы подогретых вод в реки и водоемы могут не принести вреда летом, но зимой будут вызывать катастрофу.

Вопрос об устойчивости рыб к низким температурам значительно менее изучен. Многие рыбы способны переносить весьма низкие температуры, близкие к точке замерзания. Так, карась обыкновенный (*Carassius carassius*) способен пережить даже замерзание в лед (при условии, что не произошло замерзание полостных жидкостей). Однако резкое понижение температуры воды может привести к массовой гибели рыб и выступить в роли основного фактора, лимитирующего распространение и нормальный ход основных физиологических процессов.

Таким образом, имеющиеся данные показывают, что акклиматизация рыб к повышенным температурам происходит весьма быстро. Она проявляется уже в первые 12 ч и у большинства рыб наступает в течение нескольких дней. В противоположность этому акклиматизация рыб к пониженным температурам развивается гораздо медленнее — до 20 дней.

Уровень терморезистентности рыб, пределы их выживаемости при экстремально высоких и низких температурах определяются в конечном счете как генетическими, так и экологическими факторами. Так, например, сравнительное изучение терморезистентности некоторых родов лососевых показало, что у сига она выше, чем у других родов этого семейства. Верхняя летальная температура для молодых сига оказалась на 6°С выше, чем у взрослых рыб этого же вида. Анализ данных показывает, что чувствительность и устойчивость рыб к температурному фактору неодинакова на различных этапах онтогенеза, причем наиболее уязвимы, как правило, оказываются именно рыбы на ранних этапах развития (эмбриональный, личиночный и мальковый), а также во время нереста.

Терморезистентность представителей ихтиофауны определяется не только температурной акклиматизацией, но и экологией рыб, возрастными и размерными особенностями, их пищевым рационом, а также – факторами внешней среды, такими, как содержание кислорода, соленость, длительность светового периода.

Для всесторонней оценки температурного фактора в определении различных степеней экологии рыб важно знать не только интервал между оптимальными и летальными температурами, представляющий первостепенный интерес при оценке уровня термальной устойчивости того или иного вида, но и так называемые максимальные температуры, при которых сохраняется нормальное развитие организма и его способность к размножению.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смит, Роберт Лео. Наш дом планета Земля: полемические очерки об экологии человека / Р. Л. Смит. – Москва, 1982. – 383 с.: ил.
2. Энергетическое производство с замкнутым водооборотным циклом. – Москва, МИХМ, 1991. – 80 с.
3. Ибрагимов, М. Х.-Г. Экологические последствия техногенного воздействия на окружающую среду / М. Х.-Г. Ибрагимов // Известия Академии Промышленной Экологии. – 2005. № 3. – С. 3–10.
4. Охрана окружающей среды и промышленная экология: рекомендательный библиографический указатель / Республиканское методическое объединение преподавателей ССУЗ по проблемам охраны окружающей среды, Библиотека БГТУ, сост. Жарикова Н.П. [и др.]. 1995. – 90 с.

УДК 691.618.93

#### **Ю.А. ШЕПОЧКИНА, М.О. БАКАНОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново, Российская Федерация

#### **УТИЛИЗАЦИЯ СТЕКЛОБОЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ НОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЕНОСТЕКЛА**

A technology of obtaining a composite material with simultaneous foaming of the charge and finishing with the sintering thereof vitreous layer. The possibility of optimizing the composition of the charge for producing foamed glass with protective and decorative coating with the addition of NaCl and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Проблема переработки стеклобоя в настоящее время стала одной из наиболее актуальных, и для этого есть причины:

- во-первых, на производство стеклянной продукции требуются огромные энергозатраты;
- во-вторых, стеклобой является одним из наиболее сложноутилизуемых отходов и при попадании в почву наносит значительный экологический ущерб.

Одним из приоритетных направлений применения стеклобоя является производство пеностекла – высокопористого неорганического теплоизоляционного материала, получаемого спеканием тонкоизмельченного стекла и газообразователя. Сырьем для его производства может служить стекломасса, специально сваренная из кварцевого