

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГИДРОБИОНТОВ

И.И. Руднева, В.Г. Шайда, Н.С. Кузьмина, Е.Н. Скуратовская

Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь, Украина
svg-41@mail.ru

Изучение влияния физических факторов на водные объекты приобретает все большее значение по двум причинам. Первая обусловлена глобальными изменениями, прежде всего климатическими, происходящими в биосфере и сопровождающимися повышением температуры и усилением ультрафиолетовой радиации. Вторая причина заключается во все большем антропогенном воздействии на водные экосистемы, которое приводит не только химическому и биологическому загрязнению гидросферы, но также и физическому. Если первые два вида загрязнения достаточно хорошо изучены и возможен прогноз их последствий для биоты, то информация о влиянии физических полей на гидробионтов весьма ограничена. В связи с этим является актуальным оценить биологические эффекты некоторых физических факторов на водных организмов.

Известно, что ультрафиолет обладает большей энергией фотона, чем остальное излучение, достигающее поверхности Земли. УФ-радиация повреждает биомолекулы, инициирует окислительный стресс, в результате чего образуются свободные радикалы, взаимодействующие с белками, липидами и нуклеиновыми кислотами, модифицирующие клеточные мембраны и другие структурные компоненты клеток и тканей, что в ряде случаев приводит к их гибели или канцерогенезу.

Действие УФ-излучения на водные объекты зависит от физико-химических свойств воды и глубины. Рыбы и другие гидробионты, живущие в придонных слоях и наиболее чувствительные к действию УФ-радиации, могут подвергаться повышенной опасности, особенно их ранние онтогенетические стадии, наиболее чувствительные к ультрафиолету. Однако в наибольшей степени от УФ-радиации страдают планктонные организмы, обитающие на поверхности водных экосистем или мигрирующие туда в поисках пищи, в процессе размножения и в различные периоды жизненного цикла.

Прямые эффекты УФ-излучения у рыб и других гидробионтов выражаются в повреждении ДНК и развитии окислительного стресса. В первом случае следствием являются мутации, приводящие к ненормальному развитию рыб и беспозвоночных, гибели эмбрионов и личинок на ранних стадиях развития. Второй тип повреждающего влияния УФ-радиации обусловлен образованием свободных радикалов, обладающих высокой реакционной активностью и повреждающих биологические молекулы, мембраны и другие клеточные структуры. У водных организмов, подверженных избыточным дозам УФ-излучения, возникают ожоги кожи и развитие эрозии, кровоизлияний и некроза, усиливается проникновение бактерий, вирусов, грибов и эктопаразитов. Для многих гидробионтов, особенно на ранних стадиях развития, даже малые дозы УФ-радиации являются смертельными.

Наши исследования действия УФ-излучения на личинок атерины *Atherina mochon pontica* – широко распространенного прибрежного вида многих морей и океанов, показали значительное снижение теплопродукции у облученных рыб, что свидетельствует о разбалансировании процессов генерации и утилизации энергии, вызванное, прежде всего, повреждением митохондрий и нарушением протекающих в них метаболических реакций. В то же время нельзя исключать и изменения уровня свободнорадикальных процессов, инициируемых УФ-излучением, что также может существенно повлиять на состояние энергетического обмена личинок рыб. В связи с этим нами были установлены существенные изменения активности ключевых антиоксидантных ферментов (СОД, каталазы, пероксидазы, глутатионредуктазы и глутатионтрансферазы) у облученных личинок. Однако отмеченные нами эффекты носили нелинейный характер. Известно, что ультрафиолетовое облучение рыб в экспериментальных условиях значительно снижает содержание глутатиона в коже и в мышцах, увеличивает концентрацию супероксидрадикала и перекиси водорода, ТБК-реактивных продуктов, что свидетельствует о развитии окислительного стресса. Таким образом, снижение теплопродукции и модификация статуса ферментной антиоксидантной системы является неспецифическим комплексным ответом личинок рыб на действие УФ-облучения, а исследуемые параметры – чувствительными индикаторами состояния гидробионтов, подвергнутых действию ультрафиолета.

Уменьшение теплового потока и изменение активности ключевых антиоксидантных ферментов было отмечено нами ранее у личинок артемии, вылупившихся из облученных ультрафиолетом яиц. Полученные данные могут быть использованы в мониторинге состояния личинок рыб и беспозвоночных, обитающих в акваториях, подверженных высокой инсоляции, а также для контроля дозы УФ-облучения, применяемой для обеззараживания воды в условиях аквакультуры.

В то же время в наших исследованиях не отмечено различий показателей выживаемости УФ-облученных рыб по сравнению с контрольными личинками. Вероятно, в этом случае следует учитывать видовые особенности и стадию развития гидробионтов. Установлено, что икра беспозвоночных более чувствительна, чем икра рыб, а личинки более уязвимы, чем икра. Кроме того, чувствительность даже близкородственных видов водных организмов к ультрафиолету может существенно различаться благодаря многообразию защитных механизмов. Описаны различные способы адаптации гидробионтов к условиям жизни в шельфовой зоне, которые направлены на снижение действия УФ-облучения: вертикальные суточные миграции, наличие и синтез специальных пигментов – фикоэритрина, каротиноидов, фикоэритробилина, поглощающих ультрафиолетовые лучи и таким образом снижающих их негативное действие, повышенный уровень антиоксидантов и активация реакций темновой репарации. Однако дальнейшее сокращение озонового слоя и усиление УФ-радиации над поверхностью водоемов может привести к катастрофическим и необратимым последствиям. Подсчитано, что если 13% ежегодной продукции личинок анчоусов может быть потеряно в результате действия УФ-излучения в поверхностных слоях воды, то этот показатель возрастет до 18% в случае уменьшения озонового слоя на 25%. Морепродукты обеспечивают 18% потребляемого человеком белка, особенно в развивающихся странах, население которых быстро увеличивается. В случае дальнейшего сокращения озонового слоя и усиления интенсивности УФ-радиации в комплексе с возрастающим загрязнением акваторий следует ожидать крайне негативных последствий как для водных экосистем и их обитателей, так и для людей, использующих морские ресурсы в пищевых целях.

THE EFFECTS OF PHYSICAL IMPACT ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF AQUATIC ORGANISMS

I.I. Rudneva, V.G. Shaida, N.S. Kuzminova, E.N. Skuratovskaya

Institute of the Biology of the Southern Seas National Ukrainian Academy of Sciences, Sevastopol, Ukraine
svg-41@mail.ru

The effects of UV-irradiation on the aquatic organisms are shown. The principal mechanisms of their adaptation to UV-damage are observed. The consequences of ozone layer depletion together with the pollution of aquatic ecosystems on biota are discussed.

ДИНАМИКА РОСТА ПЛОТВЫ (RUTILUS RUTILUS L) В СЕВЕРНЫХ ОЗЕРАХ

Л.П. Рыжков

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия
rlp@petsu.ru

В настоящее время ихтиологи проявляют большой интерес к изучению механизмов динамики линейного роста и накопления массы тела у рыб на разных этапах онтогенеза и обитающих в различных условиях водной среды. Это, по-видимому, обусловлено не только теоретическим интересом, но и большой практической ценностью таких знаний. Такие знания становятся необходимыми при интенсивном развитии аквакультуры, особенно возможного влияния ее на функционирование водных экосистем. В дальнейшем такие исследования потребуют не только общих количественных оценок роста рыб, но и изучения динамики взаимосвязи различных сторон этого процесса в онтогенезе при обитании рыб в различных условиях водной среды. Как было показано ранее особенно перспективными становятся исследования соотношений величин массы и линейных размеров рыб в возрастном аспекте и при обитании в разных условиях (Рыжков 2007, 2008, 2009).