

## THE CIRCADIAN CARDIORHYTHM AND THE CARDIAC RESPONSE IN SUSPENSION TEST AS CRITERIA OF NORMAL AND STRESS STATES IN CRAYFISH *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS*

G.P. Udalova, V.P. Fedotov, A.V. Ivanov, E. L. Kornienko, S.V. Kholodkevich

St.Petersburg Research Center of Ecological Safety, St.Petersburg, Russia

The circadian cardiorhythm and the cardiac response in suspension test were studied in crayfish *Pontastacus leptodactylus* under different levels of pH (6,8–3,4). Characteristics of the crayfish cardiac activity were measured by non-invasive fiber-optic method developed for invertebrates with exoskeleton. The crayfish were kept in laboratory conditions with natural illumination regime, in aquariums with running water. In experiments with suspension the crayfish were suspended by the fiber-optic cable over the aquarium bottom for 1 hour. During acid-stress the established typical circadian cardiorhythm broke down whereas the cardiac response to suspension significantly changed. These peculiarities of the crayfish cardiac activity are considered as criteria of stress and suggested to be used in systems for water quality biomonitoring.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ПЛАСТИЧЕСКОГО ОБМЕНА У ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Е.В. Федоненко, Т.В. Ананьева, Т.С. Шарамок

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, Днепропетровск, Украина  
hydro-dnu@mail.ru

У основных промысловых видов рыб Запорожского водохранилища (судака, окуня, плотвы, леща, карася) изучали общее содержание белка, жира и гликогена, а также уровень свободных аминокислот в мышечной ткани в зависимости от уровней накопления тяжелых металлов в естественных условиях водоема.

Результаты исследования динамики биохимических показателей в мышцах и некоторых других тканях и органах (печени, половых продуктах) основных промысловых видов рыб Запорожского водохранилища показали, что в условиях антропогенного загрязнения обнаружилось достоверно сниженное содержание общего белка в мышцах и более низкое накопление жира и гликогена как в мышечной ткани, так и в «энергетическом депо» печени. Сниженное содержание белка, уровень общих липидов и гликогена в гонадах рыб свидетельствовал о нарушении процессов вызревания и биологического качества половых продуктов, что может приводить к срывам нереста, снижению процента выхода и выживаемости личинок, а в дальнейшем – иметь негативные последствия для численности и продуктивности стада. Процессы метаболизма липидов и гликогена были более чувствительны к влиянию условий внешней среды, содержание белка в тканях характеризовалось относительно большей стабильностью.

Результаты проведенного корреляционного анализа показали, что у хищных рыб на содержание общего белка в мышцах влияли такие тяжелые металлы, как кадмий, железо, свинец, никель. У мирных рыб значимые коэффициенты корреляции были получены также для цинка и марганца. Содержание липидов в мышечной ткани хищных рыб зависело от накопления кадмия, железа, никеля, свинца, ртути, марганца, у мирных кроме перечисленных элементов медь имела важное значение для накопления липидов в мышцах. Содержание гликогена в тканях коррелировало с концентрациями кадмия, железа, никеля, свинца, ртути и марганца, у мирных рыб как значимый агент добавлялся еще и цинк.

Динамика свободных аминокислот в тканях отражает общие тенденции метаболизма, следовательно увеличение пула свободных аминокислот свидетельствует об усилении катаболических процессов и расщепления белков как источника энергии, или их использования в адаптивных перестройках метаболизма. Снижение содержания свободных аминокислот явля-

ется свидетельством их утилизации как резервных энергетических ресурсов организма. Отмечены тенденции, характерные для организма рыб в условиях стресса, вызванного неблагоприятным действием различных факторов водной среды, в частности ионов тяжелых металлов. В мышечной ткани исследуемых рыб были выявлены 19 свободных аминокислот. В большом количестве в мышцах плотвы содержались моноаминокарбоновые аминокислоты (40,5% от общего количества свободных аминокислот), в мышцах хищных рыб преобладали гетероциклические аминокислоты. В мышечной ткани рыб Запорожского водохранилища были идентифицированы некоторые незаменимые аминокислоты, а именно: лизин, гистидин, треонин, валин, метионин, лейцин, изолейцин и фенилаланин. Содержание большинства незаменимых аминокислот не зависело от типа питания исследуемых рыб и было невысоким, что свидетельствует о недостаточном количестве этих аминокислот в кормовых организмах. Однако суммарное количество свободных незаменимых аминокислот было максимальным в мышцах плотвы (55,3%) и немного отличалось в мышцах окуня (53,2%). Суммарное содержание свободных незаменимых аминокислот в мышцах судака было значительно ниже (51%), по сравнению с их суммарным содержанием в мышцах плотвы. В мышцах судака и плотвы количество заменимых аминокислот (фенилаланина, аспарагиновой кислоты, цистеина, тирозина, аргинина, гидроксипролина и метионина) зависело от типа питания. Суммарное содержание свободных аминокислот значительно преобладало в мышцах хищных видов рыб по сравнению с бентофагом плотвой. Однако, максимальное количество незаменимых аминокислот наблюдалось в мышечной ткани плотвы.

Выявлена отрицательная корреляционная связь между накоплением тяжелых металлов и процентом свободных незаменимых аминокислот в мышечной ткани плотвы, за исключением свинца и ртути. Наиболее значимые отрицательные коэффициенты корреляции были получены для кадмия и марганца ( $r=-0,78$ ,  $r=-0,83$ ). У судака выявлена отрицательная корреляционная зависимость между содержанием свободных незаменимых аминокислот в мышечной ткани и накоплением меди и цинка ( $r=-0,98$ ,  $r=-0,97$ ), значимая положительная связь – для свинца и железа ( $r=0,75$ ,  $r=0,62$ ). Для содержания заменимых аминокислот у плотвы положительная корреляционная связь была получена с накоплением кадмия и меди ( $r=-0,96$ ,  $r=-0,97$ ), значимая отрицательная связь – с накоплением ртути ( $r=-0,81$ ). Процент свободных заменимых аминокислот в мышечной ткани судака существенно увеличивался при накоплении ртути ( $r=0,76$ ), с концентрациями других тяжелых металлов корреляционные связи были более слабыми.

Обобщая полученный материал, можно отметить, что из рассмотренных нами биохимических показателей содержания пластичных и энергетических веществ в тканях рыб Запорожского водохранилища содержание жира и гликогена отличаются наибольшей вариабельностью, быстро реагируют на сезонные изменения экологических факторов и отражают состояние физиолого-функционального состояния организма в зависимости от годового ритма его жизнедеятельности. Сравнивая данные биохимического анализа тканей и органов хищных и мирных рыб из разных биотопов Запорожского водохранилища, можно отметить меньшую вариабельность изучаемых показателей у хищных рыб, по сравнению с мирными. Это свидетельствует о том, что мирные рыбы в большей степени испытывают на себе влияние токсикантов, ввиду своего способа питания.

По результатам проведенного корреляционного анализа показано, что хищные рыбы по сравнению с мирными проявляют относительную токсикорезистентность к большому числу тяжелых металлов, которые попадают в Запорожское водохранилище. Наиболее токсичны для них – кадмий, железо, свинец, никель, ртуть. На мирных рыб, кроме названных элементов, значительное токсичное влияние оказывают марганец, цинк и медь. Необходимо отметить, что попадание марганца в организм хищных рыб приводит к нарушению липидного и углеводного обмена и влияет на уровень энергетических запасных веществ в тканях и органах.

## **SOME ASPECTS OF ENERGY AND PLASTIC METABOLISM AT INDUSTRIAL FISHES OF THE ZAPOROZHIAN RESERVOIR UNDER THE CONDITIONS OF HEAVY METAL CONTAMINATION**

**E.V. Fedonenko, T.V. Ananieva, T.S. Sharamok**

Dnepropetrovsk National University of Oles Gonchar named, Dnepropetrovsk, Ukraine  
hydro-dnu@mail.ru

At the main industrial types of fishes of the Zaporozhian Reservoir (pike perch, perch, roach, bream, European carp) the total contents of protein, lipids and glycogen, and also level of free amino acid in muscle tissue was studied depending on the heavy metals accumulation levels under the natural terms of reservoir. Comparing data of biochemical analysis of tissues at predatory and peaceful fishes from various biotops of the Zaporozhian Reservoir, we pointed the less index variability at predatory fishes, then at peaceful ones. The biochemical adaptation mechanism study and correlation analysis resulted in the indication of cadmium, iron, lead, nickel, mercury as most toxic elements for predatory fishes; manganese, zinc and copper additionally showed a considerable toxic effects for peaceful fishes. The peaceful fishes had been exposed intensively to the toxicants in comparison to predatory ones.

## **ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ СТРОБИЛУРИНОВЫХ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ**

**Е.А. Федорова**

Азовский НИИ Рыбного Хозяйства (ФГУП «АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Россия  
riasfp@aanet.ru

Зоопланктонное сообщество один из важнейших компонентов водных экосистем и является индикатором их состояния, что определяется функцией зоопланктона – фильтрация взвеси и ее трансформация. Планктонные ракообразные являются основными потребителями первичной продукции и в то же время пищевыми объектами для многих рыб. По численности в пресноводных водоемах преобладают ветвистоусые ракообразные, являющиеся наиболее уязвимой группой в составе водного сообщества при пестицидной интоксикации.

Стробилуриновые фунгициды относятся к новому четвертому поколению фунгицидов, которые были введены в мировое сельскохозяйственное производство в 1999 году. Эти химические соединения могут поступать в водоемы с поверхностным стоком. Однако их поведение в водных экосистемах и степень токсического действия на зоопланктон пока не изучены.

В связи с вышесказанным, целью работы являлось оценка токсичности 2-х стробилуриновых фунгицидов Димоксистробина и Флуоксастробина, являющихся техническими продуктами (действующие вещества) на представителей ветвистоусых ракообразных – дафний (*Daphnia magna* Straus). Физиологические показатели жизнедеятельности дафний – выживаемость, скорость полового созревания, плодовитость, численность, биомасса и возрастной состав популяции исследовались в течение 30-ти суток с различными концентрациями стробилуринов. Диапазон концентраций Флуоксастробина составил 0,000005–0,5 мг/л, Димоксистробина – 0,0001–0,05 мг/л.

На основе изучения выживаемости дафний в токсических средах стробилуринов определены их токсикометрические параметры в остром 4-х суточном и хроническом 30-ти суточном экспериментах (таблица 1). Рассчитанные среднелетальные концентрации острых опытов позволили определить, что оба фунгицида относятся к группе особо токсичных пестицидов для дафний ( $ЛК_{50} < 0,5$  мг/л). Более токсичным для ветвистоусых ракообразных оказался Флуоксастробин, среднелетальная концентрация которого рассчитанная по результатам выживаемости в хроническом опыте составила 0,003 мг/л, максимальная недействующая – 0,000003 мг/л. Для Димоксистробина среднелетальная концентрация оказалась равной 0,005 мг/л, максимально недействующая – 0,0001 мг/л.