

— годовиками и двухгодовиками. Доля трехгодовиков не превышала 5 – 10 %, а четырехгодовики в траловых уловах встречались единичными экземплярами.

В докладе представлены математические модели зависимости вес-длина черноморского шпрота, найденные с использованием метода регрессионного анализа. Определение коэффициентов регрессионных уравнений проводилось с использованием метода минимизации суммы квадратов отклонений. Использовались: степенная, линейная и полиномиальная разных порядков функции. Коэффициенты регрессионных зависимостей вес-длина определяли отдельно для самок и самцов годовиков, двухгодовиков, для совокупности самок и самцов отдельно одно-, двухгодовиков и для всей разновозрастной совокупности пробы. Приведены результаты экспериментальных исследований и полученные коэффициенты регрессионных уравнений.

Отмечено, что для рыб одного возраста зависимость вес-длина удовлетворительно описывается с помощью уравнений линейной регрессии.

Для описания зависимости вес-длина разновозрастных совокупностей рыб необходимо использовать нелинейные аналитические выражения (степенная, полиномиальная или другие виды регрессий). Приведены рекомендации по использованию различных видов регрессионных уравнений.

Полученные результаты могут найти применение при проведении научных и рыбохозяйственных исследований, а также при прогнозировании объемов вылова промысловых видов рыб.

### ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ТКАНЯХ КАРПА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГЕРБИЦИДОВ РАЗНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Мехед О.Б., Жиденко А.А., Мищенко Т.В.

Черниговский государственный педагогический университет им. Т.Г.Шевченко  
г. Чернигов, УКРАИНА; e-mail: chgpru@chgpru.cn.ua

К действию экологических факторов окружающей среды организм животного располагает способами биохимической адаптации разной степени сложности. Приоритетным химическим загрязнителем окружающей среды и, в частности, водоемов, являются гербициды, что напрямую связано с интенсификацией сельского хозяйства. Появилась необходимость изучить, какие показатели обеспечивают биохимическую адаптацию в ответ на действие токсикантов и создают возможность нормальной жизнедеятельности рыб. Эта проблема и стала целью настоящей работы относительно *Cyprinus carpio* L. разного возраста. Для исследования были использованы гербициды: производные дихлорфеноксиуксусной кислоты – 2,4-Д, зенкор и раундап в концентрации 2 ПДК (0,008; 0,2 и 0,004 мг/л соответственно). На возможность формирования срочной и долговременной адаптации влияет соотношение активного функционирования энергообразующих (катаболических) и энергозатратных (анаболических) реакций. Сравнительный анализ данных по сеголетке и двухлетке карпа показывает относительное равновесие в активности ферментов основных направлений углеводного обмена: лактатдегидрогеназы (КФ 1.1.1.27, ЛДГ) – гликолиза, глюкозо-6-фосфатазы (КФ 3.1.3.9, Г-6-Фазы) – глюконеогенеза, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (КФ 1.1.1.49, Г-6-ФДГ) – пентозофосфатного шунта, изоцитратдегидрогеназы (КФ 1.1.1.41 ИЦДГ) – цикла Кребса в исследуемых тканях контрольных рыб. После 14-суточного пребывания рыб в токсичных условиях под действием гербицидов наблюдается нарушение этого равновесия. В белых мышцах оно сдвигается в направлении аэробного окисления, о чем свидетельствует увеличение в 2 раза активности ИЦДГ под действием 2,4-Д и зенкора и в 5 раз – под действием раундапа по сравнению с контролем. В мозге наблюдаются другие изменения активности ферментов: при 2,4-Д – индуцированном токсикозе происходит повышение активности Г-6-ФДГ в 1,8 раз, Г-6-Фазы – в 3,5 раз, а под действием зенкора уровень активности этих ферментов также увеличивается сравнительно с контролем, однако более существенные изменения активности происходят в направлении пентозофосфатного пути. Под действием раундапа можно отметить только тенденцию к увеличению активности этих ферментов. В печени сдвиг равновесия наблюдается только в сторону анаболического направления, поскольку активность Г-6-Фазы увеличилась под действием 2,4-Д в 4 раза, под действием зенкора – в 2,5 раза, под действием раундапа – на 12,5%. Эти ре-



зультаты можно объяснить необходимостью пополнения тканей глюкозой – самым лабильным и для некоторых тканей единственным источником энергии. Действие гербицидов усиливает эти процессы, поскольку без постоянного притока глюкозы формирование адаптации окажется невозможным. Кроме того, в печени происходит увеличение активности ЛДГ в 2 раза, липазы на 12,5%, что объясняется необходимостью исходных метаболитов для реакций глюконеогенеза. Динамика активности ферментов углеводного обмена с 7 по 21 сутки может быть представлена отрицательной синусоидой, т.е. показатели активности исследуемых ферментов на 14 сутки наименьшие как в контроле, так и под действием гербицидов. Но под действием раундапа в печени происходит постепенное снижение активности, что связано, по показателям гистологических исследований, с деструкцией органа. Еще одна закономерность – активность всех ферментов на 21 сутки меньше, чем на 7 сутки. Это может быть связано с формированием долговременной адаптации, характерной чертой которой является экономичность функционирования ферментных систем. Динамика активности липазы и содержания липидов в мышцах и печени сеголеток карпа противоположна. Изменения активности ферментов в органах рыб разного возраста схожи, но для сеголеток они более существенны.

### **ФЕРМЕНТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА В АДАПТАЦИЯХ РЫБ К РАЗЛИЧНЫМ ФАКТОРАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Мещерякова О.В., Груздев А.И., Немова Н.Н.**

*Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, РОССИЯ; E-MAIL: MESCH@KRC.KARELIA.RU*

В оценке физиолого-биохимического состояния рыб при воздействии на них различных факторов среды важную информацию дает исследование комплекса ферментов энергетического обмена. Такие ферменты как: лактатдегидрогеназа, малатдегидрогеназа, цитохром с оксидаза, альдолаза, глюкозо-6 фосфатдегидрогеназа, и  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназа являются адекватными индикаторами интенсивности и направления важнейших метаболических путей, связанных с аэробным и анаэробным синтезом энергии АТФ, использованием различных энергетических субстратов, а также процессами биосинтеза и запасания веществ. Применение электрофоретического метода анализа изоферментов ЛДГ, МДГ и  $\alpha$ -ГФДГ позволяет выявить дифференциальную роль отдельных изоферментов в регуляции интенсивности и направления метаболических процессов. Использование метода корреляционного анализа позволяет установить взаимосвязь отдельных метаболических путей на уровне одного или нескольких органов и, таким образом, более точно оценить картину происходящих биохимических изменений.

При исследовании некоторых видов пресноводных рыб показано изменение активности ферментов энергетического обмена в процессе адаптации к таким факторам среды как: гидрохимические условия водоема и уровень содержания ртути в мышцах, загрязнение водоема промышленными стоками, заболевания. Обнаружены общие и специфичные изменения в метаболизме в ответ на воздействие того или иного фактора, а также видо- и тканеспецифичность биохимических изменений. Изменения в активности ферментов, как правило, обнаруживаются во всех тканях органов рыб, при этом, они метаболически взаимосвязаны и выражаются, главным образом, в изменении соотношения уровня аэробного и анаэробного синтеза АТФ, интенсивности дыхания, анаэробного гликолиза, использовании углеводов в анаэробном синтезе АТФ и др.

Обнаруживаемые общие и специфические особенности изменения в активности ферментов энергетического обмена свидетельствуют о их эколого-биохимической роли в развитии адаптивных реакции рыб в ответ на воздействие различных факторов среды.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (05-04-48729), Программы Президента РФ по поддержке ведущих научных школ (НШ- 4310-2006.4), Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования», ФЦНТП 2006-РИ-112.0/001/287.*