

УДК 574.64:597.551.2:577.125

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕНСАТОРНОЙ И НАСТУПАТЕЛЬНОЙ ВИДОВ АДАПТАЦИИ В ОРГАНИЗМЕ КАРПА РАЗНОГО ВОЗРАСТА ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

А. А. Жиденко, В. В. Кривошиша

*Черниговский государственный педагогический университет им. Т. Г. Шевченко,
Чернигов, Украина, chgpru@chgpu.cn.ua*

FORMING OF COMPENSATORY AND OFFENSIVE ADAPTATIONS IN THE CARPS OF DIFFERENT AGES UNDER ADVERSE INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS

A. A. Zhidenko, V. V. Krivopysha

*T. G. Shevchenko State Pedagogical University of Chernigiv,
Chernigiv, Ukraine, chgpru@chgpu.cn.ua*

Проблема устойчивости организма в изменяющихся условиях окружающей среды, его адаптаций к экологическим факторам остается одной из центральных в биологии. Еще в 1971 г. Г. Л. Шкорбатов дал определение адаптации как совокупности реакций биологической системы, поддерживающих ее функциональную устойчивость при изменении условий окружающей среды. Отдельные механизмы адаптации к действию токсичных веществ разработаны в трудах А. И. Путинцева (1981), Ф. С. Меерсона (1981), О. Ф. Филенко (1984), Б. А. Флерова (1989), Н. Д. Озернюка, (1992), В. В. Грубинко (2001) и др. Биохимические механизмы, определяющие качественное и количественное своеобразие метаболических функций организмов освещены в работах П. Хочачки и Д. Сомеро (1988, 2002). Они предложили рассматривать срочные ответы организмов и их структур на действие стрессовых факторов как компенсаторную адаптацию, которая осуществляется за счет физиолого-биохимических компонентов клеток в момент действия данного фактора. Длительные изменения, осуществляемые за счет активации генома и глубокой структурно-функциональной перестройки обмена веществ, определяют как наступательную (эксплуатативную) адаптацию, которая придает организмам в изменившихся условиях новые свойства и расширяет их функциональные возможности по сравнению с исходными состояниями и поэтому создает возможность активно использовать факторы среды. В. П. Гандзюра и В. В. Грубинко (2008) предложили каскадный принцип организации биохимической адаптации рыб к действию токсических веществ, суть которого заключается в том, что неблагоприятное действие в биосистемах вызывает недолговременный стимулирующий эффект, который чередуется с состоянием угнетения данной функции этой системы, а результирующий эффект действия фактора и ответа биологической системы на него является итогом взаимодействия процессов повреждения (деструкции) и компенсаторно-адаптивных реакций системы, которые протекают одновременно.

Цель нашего исследования – сравнение видов адаптаций в организме сеголеток и двулеток карпа при действии экологических факторов естественного и антропогенного происхождения.

На протяжении всего онтогенеза рыбы испытывают влияние изменяющейся многокомпонентной внешней среды (Горюнова, 1992) и на каждой стадии могут подвергаться экстремальным воздействиям (природным и искусственным). Одним из главных регуляторных факторов метаболизма и реализации биопотенци является температура среды обитания рыб (Романенко, Арсан, 1987). Чтобы учитывать вклад этого фактора в развитие токсикологических эффектов на метаболическом уровне, нами исследованы механизмы адаптивно-компенсаторных

возможностей организма рыб на уровне энергетического обеспечения резистентности к неблагоприятным воздействиям.

На протяжении зимовки у сеголеток в ответ на действие низких температур и голодание возникает компенсаторный вид биохимической адаптации в виде синтеза кетоновых тел в качестве дополнительного источника энергии (Жиденко, 1990). Формирование компенсаторной адаптации у сеголеток происходит следующим образом. На сеголеток карпа действуют неблагоприятные абиотические факторы (низкие температуры и голодание), которые воспринимаются рецепторами и по афферентным путям приводят в возбуждение координированные медиаторную и гормональную системы, обеспечивающие физиологические адаптивные реакции живому организму в критических ситуациях, когда ему необходимо приспособиться к изменившимся условиям среды (Селье, 1982). В клетках и органах (на структурно-функциональном уровне) возникает ответная реакция в виде «аварийной» стадии, возросшая нагрузка на орган приводит к интенсификации функционирования структур, включается система энергообеспечения органов. Возрастает уровень функционирования определенных клеток, обеспечивающий срочный этап компенсаторной адаптации, причем только тех, вклад которых более существенен для выживания в данных условиях. Такая реакция не только предшествует развитию устойчивой долговременной адаптации, но и играет важную роль в ее формировании.

Метаболический регулятор энергетических ресурсов принимает участие не только в обеспечении срочной адаптации, но и приводит в действие другой, более сложный уровень регуляции: включаются нейрогуморальная и иммунно-метаболическая регуляторные системы организма. Они контролируют активность генетического аппарата клетки – определяют скорость синтеза нуклеиновых кислот и белков, необходимых для преодоления стрессовой ситуации. Организм приобретает дополнительные способности. В наших исследованиях – это синтез кетоновых тел в качестве дополнительного источника энергии для мозга у двухлеток карпа; это пример перехода компенсаторного вида адаптации в эксплуатативную. В октябре количество кетоновых тел в мышцах, печени и мозге двухлеток карпа в среднем в 10–20 раз больше, чем у сеголеток в тех же органах и в тех же условиях (табл). Организм приобретает новые благоприятные для него свойства, как бы заблаговременно готовит себя к действию зимнего голодания и низких температур.

Таблица. Содержание кетоновых тел (мкмоль/г ткани, $M \pm m$, $n = 6$)
 в органах карпа разного возраста перед зимним голоданием

Органы	Сеголетки карпа			Двухлетки карпа		
	ацетоацетат+ацетон	β -окси-бутират	сумма кетоновых тел	ацетоацетат+ацетон	β -оксибутират	сумма кетоновых тел
Белые мышцы	0,022±0,001	0,004±0,001	0,026±0,002	0,37±0,03*	0,06±0,01*	0,43±0,04*
Печень	0,032±0,005	0,031±0,001	0,063±0,006	0,34±0,01*	0,63±0,04*	0,97±0,05*
Мозг	0,040±0,003	0,010±0,002	0,050±0,005	0,28±0,04*	0,79±0,10*	1,07±0,09*

Примечание: * – различия достоверны

В отличие от действия обсуждаемых природных факторов, к влиянию токсикантов (фенол, тяжелые металлы, гербициды, аммиак и др.) организм рыб не имеет возможности подготовиться. Эти вещества, попадая в водоем, являясь чужеродными для гидробионтов, вызывают у них формирование компенсаторных ответных реакций, которые обеспечивают устойчивость организма к ксенобиотикам. Главный путь приспособления к токсикантам – отбор или осуществление генетической адаптации, зависящей от длительности действия антропогенного фактора (Ганджюра, Грубинко, 2008). Роль отбора в приспособлении к токсикантам показана Б. А. Флеровым (1971, 1983): уже первое поколение гуши было в 5 раз более стойким к фенолу, чем предыдущее, а по отношению к полихлорпину в 2,5 раза. В наших исследованиях формирование эксплуатативной адаптации при действии токсических веществ у карпа не выявлено в отличие от действия зимнего голодания, независимо от возраста рыб. У мальков и сеголеток одним из определяющих механизмов адаптации к органическим загрязнителям является включение их в пластический обмен, что

подтверждается стабильными значениями содержания сухого вещества, величин индексов растянутости, сбитости, массивности, упитанности, в условиях низкой питательной активности рыб. Таким образом, формирование наступательной адаптации происходит при воздействии естественных факторов, а формирование компенсаторной адаптации возникает при действии факторов любой природы и зависит от физико-химических свойств токсических веществ, особенностей их проникновения в организм, длительности действия и возраста рыб.

УДК 597:574

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОЙМЫ И СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ НА ВИДОВУЮ СТРУКТУРУ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ МАЛОЙ РЕКИ

В. П. Иванчев*, Е. Ю. Иванчева*, В. Г. Терещенко**

*Окский государственный биосферный заповедник,
Брыкин Бор, Россия, EUIvancheva@mail.ru

**Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
Борок, Россия, tervlad@ibiw.yaroslavl.ru

INFLUENCE OF THE BOTTOMLAND DIMENSIONS AND SPEED OF FLOW OF THE SMALL RIVER ON SPECIES STRUCTURE OF FISH ASSEMBLAGE

V. P. Ivanchev*, E. J. Ivancheva*, V. G. Tereshchenko**

*Oka Biosphere Reserve, Brykin Bor, Russia, EUIvancheva@mail.ru

**Institute of Biology of Inland Waters, RAS, Borok, Russia, tervlad@ibiw.yaroslavl.ru

Ихтиофауна малых рек крайне слабо изучена. Вместе с тем, эти реки с одной стороны, испытывают наиболее сильное антропогенное воздействие, а с другой, они – места нереста и резерваты реофильных и редких видов рыб. Малые реки Рязанской области представляют собой удобный объект для решения ряда экологических задач поскольку по ее территории протекают реки Мещерской низменности, Средне-Русской возвышенности и Окско-Донской равнины.

Цель данной работы – выявление влияния размера поймы и скорости течения на видовую структуру рыбного населения малой реки. Материал по составу ихтиофауны малых рек Рязанской области и структуре уловов собран в 2002–2007 гг. Обследовано 16 рек Окского бассейна и 5 – Донского. Лов рыб проводили мальковой волокушей длиной 15 м (ячей 6,5 мм) на 3–4 станциях каждой реки, расположенных в верхнем, среднем и нижнем течениях. Отлов проводили на протяжении 500 м по руслу реки на каждой станции.

Для объективизации оценки относительного обилия вида принято следующее деление их по доле в улове: редкий вид – $< 0,1\%$, малочисленный – $0,1-1,0\%$, обычный – $1,1-5,0\%$, субдоминант – $5,1-10,0\%$, доминант – $>10\%$, супердоминант – $>50\%$ от общей численности улова. Анализ видовой структуры рыбного населения основан на интегральных индексах разнообразия и доминирования, доле в уловах рыб различных экологических групп; применяли метод главных компонент и кластерный анализ.

Проведенный анализ позволяет утверждать, что видовая структура рыбного населения малой реки в основном обусловлена рельефом водосборной территории и принадлежностью к тому или иному бассейну крупной реки. Рельеф определяет гидрологическое строение реки: величину поймы, уклон и ширину русла, которые влияют на скорость течения. Рассмотрим подробнее влияние на структуру рыбного населения малой реки размера поймы и скорости течения.

При узких неразвитых поймах (0,3 км и менее) в уловах преобладают мелкие короткоцикловые виды рыб. На участках со скоростью течения более 0,4 м/с в биотопах русел и перекатов доминируют виды реофильного (усатый голец, обыкновенный пескарь, елец, бычок-пухляк) и лимно-реофильного комплексов (уклейка), при скорости меньше 0,4 м/с в биотопах