



Рис 2 Сезонний молекулярно-масовий розподіл ФК (а) та вуглеводів (б) в р Прип'ять

**Вуглеводи.** Водорості є потужним джерелом надходження вуглеводів у воду. Як свідчать літературні дані [5], ці речовини накопичуються у водній товщі на самій останній стадії розвитку фітопланктону, а особливо — в наступному за нею періоді масового відмирання. Проведені нами спостереження показали, що концентрація вуглеводів у воді р Прип'ять коливалась у межах 0,82 — 1,40 мг/д і знаходилась у прямому взаємозв'язку з інтенсивністю розвитку фітопланктону ( $r = 0,41$ ) (див. рис. 1). Вуглеводи є сполуками з широким діапазоном молекулярної маси. Однак, на віяміну від Київського водосховища у воді р Прип'ять виявлено значно більше полісахаридів, ніж редукуючих цукрів. Найбільша кількість високомолекулярних вуглеводів з молекулярною масою  $> 30$  тис. Да виявлена наесні, тоді як моносахариди ( $< 250$  Да) переважали восени.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Васильчук Т. А., Кличенко П. Д. Динамика содержания биогенных и органических веществ в некоторых притоках Днепра и ее связь с развитием фитопланктона // Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 37, № 1. — С. 36–47.
2. Пинник П. Н., Васильчук Т. А., Ботелья Н. В. Умусовік вещества в воде днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. — 1995. — Т. 31, № 2. — С. 74–81.
3. Чинник П. П., Васильчук Т. А. Алюксодержание органические вещества в воде днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. — 1995. — Т. 31, № 3. — С. 88–94.
4. Перминова И. В. Анализ классификация и рирных свойств суммарных кислот. Автореф. дис. докт. хим. наук. — М.: 2000. — 50 с.
5. Сакеллич А. П. Экзометаболизм пресноводных водорослей. — Киев: Наук. думка, 1985. — 200 с.
6. Сироткин И. С., Варшал Г. М., Лурье Ю. Ю., Степанова Н. П. Применение целлюлозных сорбентов и цефалоспоринов в систематическом анализе органических веществ природных вод // Журн. аналит. химии. — 1974. — Т. 29, № 8. — С. 1626–1632.

УДК [597+615.917]

**Ю.Б. Вирбицкас, М.З. Восилене, Н.П. Казлаускене, Г.Б. Свяцвичюс**

Институт экологии, г. Вильнюс, Литва

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ИСКУССТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РАДУЖНУЮ ФОРЕЛЬ В ОНТОГЕНЕЗЕ

Водные организмы подвергаются постоянному воздействию изменяющихся факторов внешней среды, которые различаются как по своей природе, так и по силе воздействия. Природные факторы могут быть незначительной силы, однако их действие может продолжаться длительное время. Оценка эффекта воздействия отдельных антропогенных (искусственных) химических факторов и их суммарного действия на гидробионтов в природных условиях является практически невозможной, поэтому наиболее рациональным подходом к решению этих проблем являются лабораторные исследования моделей — гидробионт (различного филогенетического уровня и/или онтогенетического развития) → фактор различной природы/силы.

Целью исследования было установить и сравнить специфику изменений морфо-физиологических, физиологических и поведенческих показателей и их адаптивные возможности при действии

искусственного химического фактора на организм форели в онтогенезе исследовать чувствительность функциональных систем, физиологических показателей, поведенческих реакций форели к данному фактору; выявить наиболее уязвимые периоды онтогенеза форели и значимость установленных изменений для дальнейшего развития организма.

**Объект и методы исследования**

Опыты проводились на радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в онтогенезе (икра, личинки, взрослая рыба) Изучались показатели различного биологического уровня. У рыб раннего онтогенеза – выживаемость, морфо-физиологические (относительный прирост массы тела личинок), физиологические (кардио-респираторные) показатели У взрослой рыбы – морфо-физиологические (соматические индексы тканей), физиологические (респираторные, гематологические), поведенческие (реакция избегания).

Проводились острые (96 час) и хронические (до месяца) опыты Чувствительность показателей к химическому фактору оценивали по 96 час ЛК50 и по МПКТ (максимально приемлемой концентрации токсиканта) МПКТ рассчитывалась, как средняя геометрическая 2 концентраций (максимально не действующей и минимально действующей концентраций) Искусственным химическим фактором служила модельная смесь тяжелых металлов (МСТМ), где за 1 % концентрацию принимали среднюю годовую концентрацию 7 приоритетных тяжелых металлов Cu - 0,0075; Zn – 0,064, Ni – 0,0021; Cr – 0,0028; Pb – 0,0142; Cd – 0,00018; Mn – 0,0099 мг/л соответственно, в сточных водах Игналинской АЭС, сбрасываемых в оз. Дружский.

**Результаты и обсуждение**

Исследование чувствительности функциональных систем, морфологических и физиологических показателей форели в онтогенезе показало, что чувствительность тест-объектов не одинакова и зависит как от стадий развития организма, так и длительности воздействия. Выживаемость эмбрионов рыб лишь незначительно отличалась от взрослых особей (96 час ЛК50 – 26,4 и 29,3 % МСТМ, соответственно) Между тем 96 час ЛК50 у личинок составила 9,5 % МСТМ Таким образом, эмбрионы форели значительно более устойчивы к действию МСТМ по сравнению с личинками. По-видимому, хордон эмбриона является барьером, предохраняющим развивающийся организм от вредных факторов внешней среды Также были установлены возрастные отличия физиологических реакций форели к воздействию МСТМ (Табл. 1) Снижение частоты сердечных сокращений и частоты дыхательных движений у личинок было установлено при концентрации 2,7 % МСТМ. Изменение частоты дыхательных движений у взрослых особей также было зарегистрировано при низких концентрациях МСТМ (0,87 %)

Таблица 1

**Легальные и сублегальные эффекты МСТМ на радужную форель в онтогенезе**

Стадия развития	96 час ЛК50	МПКТ, %
<b>Икра</b>		
Смертность	26,4	—
Частота сердечных сокращений	—	9,3
<b>Личинка (20 дневные)</b>		
Смертность (до резорбции желточного мешка)	9,5	—
Частота сердечных сокращений	—	2,7
Относительный прирост массы тела личинок	—	0,49
<b>Взрослая рыба</b>		
Смертность	29,3	—
Количество лейкоцитов	—	1,77
СИ жабр	—	0,87
Частота дыхательных движений	—	0,87
Реакция избегания	—	0,18

Таким образом, кардио-респираторная система радужной форели является одной из наиболее чувствительных функциональных систем к воздействию МСТМ. Морфо-физиологические показатели взрослой рыбы также различались по своей чувствительности (Табл. 1) Особенной чувствительностью у взрослой рыбы, как и у рыб в раннем онтогенезе отличались интегрированные показатели – соматические индексы тканей, особенно — жабр (0,87 % МСТМ), а у личинок относительный прирост массы тела (0,49 % МСТМ) Также высокой чувствительностью отличались показатели белой крови рыб. Особой чувствительностью отличалась реакция избегания взрослой рыбой растворов МСТМ Полученные данные показали высокую чувствительность организма рыб к МСТМ Наиболее низкие рассчитанные МПКТ в мг/л были близки к их ПДК принятым для внутренних водоемов Литвы. Очевидно, что длительное воздействие таких искусственных химических факторов как тяжелые металлы даже в незначительных концентрациях может вызывать нарушения наиболее чувствительных систем организма рыб. У личинок снижение частоты сердечных сокращений и дыхания нарушает процессы обеспечения

організма кислородом. Возникають можливі отрицательные последствия: зниження плавальної активності і пищевого поведіння, пониження процесів метаболізму і швидкості росту, внаслідок чого знижується біомаса личинок. Змінення показників імунної системи у дорослої риби так же підтверджують негативний ефект тривалого впливу низьких концентрацій МСТМ і свідчать про можливі порушення імунної захисту організму.

Наші дані дозволяють прогнозувати можливі негативні наслідки успішного виживання найбільш чутливих видів риб як в ранньому онтогенезі, так і дорослих особин при тривалому впливі штучних хімічних факторів – комплексів важких металів — в низьких концентраціях.

УДК 574.55.574 64

**В.П. Гандзюра**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

## **ВЛИВ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛЛОВ НА СТРУКТУРУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ГІДРОБІОНТІВ**

Подальший розвиток теорії функціонування гідроекосистем в умовах антропо-генного навантаження значною мірою залежить від успішного розв'язання проблеми взаємозв'язку між рівнем забруднення середовища, ступенем антропогенного навантаження і якістю середовища в цілому та продуктивністю біологічних систем, а також вирішення питання кількісної оцінки стану якості середовища для біосистем різного рівня організації (організмного, популяційного, біоценологічного). Важливим етапом розвитку цієї проблеми є з'ясування поняття «норми» і «патології» екосистем [4-5].

Забруднення екосистем негативно впливає на метаболічні процеси як безхребетних [3], так і хребетних тварин [8], рослин [9-10] тощо, що призводить до значного зниження їх продуктивності [4, 10]. Водночас слід підкреслити, що майже вся величезна за обсягом інформація, накопичена з біопродукційних параметрів найрізноманітніших організмів та їх популяцій, одержана без будь-якого урахування екоотоксикологічного стану і якості середовища в цілому [1-2, 4].

Необхідно відзначити, що діагностика екоотоксикологічної ситуації вимагає дотримання екосистемної парадигми, тобто пануючої ідеї про захист і відновлення цілісності водних екосистем «Водна політика і водогосподарська діяльність повинні базуватися на екосистемному підході» — така рекомендація урядом країн Європейської економічної комісії (ЄЕК) ООН була прийнята старшими радниками урядів ЄЕК з проблем довкілля і водних ресурсів ще в березні 1992 р і підтверджена в грудні 1996 р в проекті «Основної (рамкової) Директиви ЄС по воді (4/12/96)» [6].

Враховуючи величезну кількість чинників, що впливають на якість середовища ми вважаємо одним з найперспективніших шляхів оцінки його якості за станом самих біологічних систем різного рівня. Цей підхід базується на розумінні якості середовища як ступеня його адекватності особливостям живої матерії. При цьому зміни стану середовища доцільно оцінювати за функцією відгуку біосистем. В цьому аспекті пріоритет, безперечно, належить продукційно-енергетичним параметрам живих систем, які можуть однаково успішно застосовуватися як до живих організмів будь-яких систематичних груп, їхніх популяцій та угруповань. Співвідношення окремих біопродукційних показників різних рівнів біосистем ґрунтується на структурі їхнього енергетичного балансу. Саме тому наші дослідження були присвячені вивченню біопродукційних параметрів і структури енергетичного балансу гідробіонтів за умов різних концентрацій солей важких металів у воді.

### **Матеріал та методи дослідження**

Дослідження проведені на представниках різних груп рослинного і тваринного світу, включаючи личинок амфібій (*Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Elodea canadensis*, *Paramecium caudatum*, *Pelmatohydra oligactis*, *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Esch lucius*, *Silurus glanis*, *Brachydanio rerio*, *Poecilia reticulata*, *Carassius auratus auratus*, *Rutilus rutilus*, *Tinca tinca*, *Perca fluviatilis*, *Rana ridibunda*, *Rana arvalis*). Вивчено вплив  $K_2Cr_2O_7$ ,  $PbNO_3$  та  $NiSO_4$  за різних їх концентрацій у воді на швидкість росту, ефективність трансформації речовини та енергії, рівень дихання як окремих гідробіонтів, так і їх модельних популяцій. Тривалість кожної серії дослідів — від 28 діб до 3 місяців. Вплив токсикантів досліджували як при годуванні досхожу, так і при різних значеннях величини добового раціону (для тварин) та рівня освітлення (для рослин). Щодня визначали масу тіла піддослідних гідробіонтів, при цьому кілька екземплярів з кожної дослідної групи висушували для встановлення величини сухого залишку в їх