

Виноградов А.Д. и др. Практическое руководство к занятиям по биохимии животных. Биоэнергетика. М., Изд-во МГУ, 1973, с. 46.

Лесников Л.А. О типах действия сточных вод на водоемы и водные организмы. - "Изв. ГосНИОРХ", 1969, т. 65, с.265-276.

Сорвачев К.Ф., Зуевский В.В., Тарабанько В.М. АТФазная активность саркоплазматического ретикулума белой скелетной мышцы карпа. - "Биохимия", 1971, т. 36, вып. 6, с ...

Свободнорадикальное окисление липидов в биологических мембранах, МГУ, 1972. 88 с. Авт.: Ю.П. Козлов, В.С. Данилов, В.Е. Каган, М.В. Ситковский.

IMPACT OF MERCURY UPON THE ENZYMATIC SYSTEM OF LOACH

N. G. STOROZHUK

SUMMARY

Mercuric chloride dissolved in water inflicted damage on the enzymatic systems of liver and gills of loach. All specimens tested died after they were exposed for 20 days to the concentration of 0.5 mg/liter of mercury. In samples where fish were exposed to the concentrations of 0.005 and 0.05 kg/liter the breathing rate of liver mitochondria increased sharply after 7 days; the activity of $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -dependent ATP-ase in the gills became lower after 30 and 15 days, respectively. The enzymatic system of peroxide oxidation of lipids was more sensitive to the toxicant. The inhibiting effect was displayed at the concentration of 0.001 mg/liter, which should be taken into consideration when the threshold concentrations are set up for water bodies which are important to the fisheries.

Aubert, M., Bittel, R., F. Laumond, M. Barelli. Utilisation d'une chaine trophodynamique de type benthique pour l'étude des transferts des polluants métalliques. Rev. Intern. Océanogr. Méd., 1975, v. 39-40, p. 117-151.

Birdsong, C.L., Avault, J.W. Toxicity of certain chemicals to juvenile pompano. Progr. Fish-Cult., 1971, v. 33, No. 2, p. 76-80.

Eisler, R., G.R. Gardner. Acute toxicology to an estuarine teleost of mixtures of cadmium, copper and zinc salts. J. Fish. Biol., 1973, v. 5, No. 2, p. 131-142.

Gardner, G.R., LaRoche, G. Copper induced lesions in estuarine teleost. J. Fish. Res. Bd. Canada, 1973, v. 30, No. 3, p. 363-368.

O'Rear, C.W. The toxicity of zinc and copper to striped bass eggs and fry with methods for providing confidence limits. Proc. 26 Ann. Conf. Southeast Assoc. Game and Fish Commis., Knoxville, Ten., 1972, Columbia, S. C., 1973, p. 484-489.

Pagenkopf, G.K., R.C. Russo, R.V. Thurston. Effect of complexation on toxicity of copper to fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 1974, v 31, No. 4, p. 462-465.

Vink, G. J. Vis-toxicologisch onderzoek met koper. TNO nieuws, 1972, v. 27, No. 9, p. 487-92.

Vijayamadhavan, K.T., T. Iwai. Histochemical observations on the permeation of heavy metals into taste buds of goldfish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 1975, v. 41, No. 6, p. 631-639.

ДЕЙСТВИЕ МЕДИ НА РАННИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ ТИЛЯПИИ В МОРСКОЙ СРЕДЕ

Э.А. Воронина, И.Н. Горкин

Сведения о действии меди на водные организмы весьма ограничены и чаще всего касаются накопления и аккумуляции меди органами и тканями рыб и в меньшей степени — выживаемости, развития, роста и размножения рыб в условиях разной солености.

Цель нашей работы — расширить представление о характере и направленности действия меди на рыб при разных концентрациях меди в морской среде.

Действие меди в соединении CuCl_2 исследовали на икре, личинках и молоди тилляпии (*Tilapia mossambica* Peters). Эвригалиность этого вида позволила использовать его в экспериментах с морской водой. Для работ использовали морской рассол, полученный из скважины Олимпийского центра водного спорта Москвы, общая минерализация которого равна 262,8 г. Морской рассол, разведенный до 18‰, близок по химическому составу воде Черного моря. Наблюдали за ходом эмбриогенеза тилляпии в растворах меди в концентрациях от 0,01 до 2,5 мг/л при температуре 25°C и солености 20 и 15‰. Инкубировали икру по методике, опубликованной ранее (Шеханова и др., 1976). Каждую концентрацию испытывали два раза. Действие различных концентраций меди на эмбриональное развитие тилляпии анализировали по следующим показателям: гибель эмбрионов в процессе развития, число вылупившихся личинок, морфологические изменения в ходе эмбриогенеза, а кроме того, изменению ритма биения сердца, динамике резорбции желточного мешка.

Испытывали также действие меди на рост и выживаемость личинок и молоди тилляпии в восьми концентрациях CuCl_2 (от 0,01 до 1,0 мг/л) в условиях подострого и хронического эксперимента продолжительностью 60 и 90 сут. В опытах использовали 10, 20 и 50-дневную молодь, выросшую в морской среде соленостью 20‰. Личинок каждого из трех возрастов брали от одной самки и содержали в непроточных аквариумах емкостью 15 и 18 л при автоматически поддерживаемой температуре 25°C и постоянной аэрации воды. Раз в десять дней полностью заменяли воду и добавляли соответствующие концентрации токсиканта. Каждый из трех экспериментов проводили в шести вариантах, содержащих по 50 личинок.

Кормили два раза в сутки сухим витаминным препаратом производства ГДР, смешанным с равным количеством сухой дафнии по отработанной методике с помощью дозирующего устройства, учитывающего отход молоди. Регистрировали два показателя: суммарный весовой прирост личинок в каждом варианте через 10 дней и их ежедневный отход в количественном и весовом выражении. При описании роста использовали показатели: общего абсолютного прироста

$$\text{та } (\Delta y = y_n - y_0) \\ (R = \Delta y / \frac{1}{2}(y_0 + y_n))$$

$$(C = \frac{e_2 y_n - e_2 y_0}{0,43(\tau_n - \tau_0)})$$

за время $\Delta \tau$, относительного прироста и средней удельной скорости роста,

характеризующей относительный прирост.

Сопоставление результатов инкубации икры в пресной и соленой (20‰) воде позволили использовать морской рассол в экспериментах по действию хлористой меди в морской среде на икру тилапии. Икра тилапии, инкубируемая в соленой воде с концентрацией меди 2,5 и 1,5 мг/л, погибает на стадии органогенеза. В растворах меди от 1,5 до 0,5 мг/л развитие икры завершается обычно гибелью эмбрионов в период выклева, свободный же эмбрион погибает через несколько дней после выклева (рис. 1). В растворах меди при концентрациях, не оказывающих летального действия (0,01–0,3 мг/л), реакция развивающейся икры на присутствие меди неоднозначна. До стадии выклева действия меди в концентрации 0,01 мг/л не обнаруживается. Все этапы эмбриогенеза протекают синхронно с контролем, вылупившиеся личинки внешне не отличаются от контроля. Однако после выклева гибель свободных эмбрионов резко возрастает, и количество личинок, перешедших на активное питание, равняется 40% (см. рис. 16).

Кривые зависимости выживаемости эмбрионов при содержании меди от 0,05 до 0,3 мг/л повторяют кривую при концентрации меди 0,01 мг/л. С повышением концентрации меди увеличивается отход на этапе органогенеза: на активное питание переходит незначительное число личинок. Результаты определения процента выклюнувшихся личинок в растворах меди разной концентрации при солености 15‰ аналогичны данным при солености 20‰.

Действие меди становится заметнее, если учитывать не только общее количество выклюнувшихся свободных эмбрионов, но и динамику выклева. Выклев в контрольном варианте и при разных концентрациях меди происходит не одновременно. С повышением концентрации меди время выклева задерживается на 4–24 ч по сравнению с контрольным вариантом. Время выклева эмбрионов в растворах наименьших концентраций меди близко к контролю. Сам процесс выклева нарушался. Эмбрионы не могли освободиться от оболочек, часть оболочки оставалась на головном отделе; такие эмбрионы погибали в течение первых суток. На вторые сутки погибали эмбрионы, у которых не освобождался от оболочки желточный мешок.

Размеры эмбрионов на стадии выклева в контрольном и опытных вариантах были одинаковы (8,0–8,1 мм). Через 6 сут длина личинок в контроле достигала 15, в опыте – 14 мм. Содержимое желточного мешка личинки, находящейся в растворах меди и в чистой морской воде, используют неоднотипно. Первые двое суток после выклева скорость рассасывания желточного мешка во всех концентрациях меди ниже, чем у контрольных (рис. 2). Затем характер рассасывания желтка у личинок меняется. Установлена следующая закономерность: у личинок, развивающихся в растворах с концентрацией меди 0,1 и 0,15 мг/л, площадь желточного мешка умень-

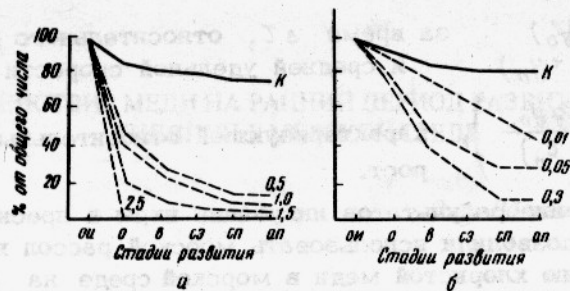


Рис. 1. Выживаемость эмбрионов тилипии в зависимости от концентрации хлористой меди при солёности 20‰ (в %):

ои — оплодотворенная икра; о — органогенез; в — выклев; сз — свободный эмбрион; ап — активное питание; сп — смешанное питание.

пается по сравнению с контролем. Однако это связано, видимо, не с ускорением рассасывания желточного мешка, а со сгущением глыбок желточного материала, что приводит к образованию бугристости на его поверхности и скапливанию жидкости между желтком и туловищем эмбриона. Дифференцировка пищеварительной системы личинок нарушается. Процесс рассасывания желтка у свободных эмбрионов при 0,05 мг/л меди задерживается и отстает от контроля в течение всех шести наблюдаемых суток.

При концентрации меди от 1,0–2,5 мг/л оболочка икры покрывалась хлопьями коагулянтов окиси меди и, видимо, задубливалась, что, естественно, нарушало газообмен у развивающейся икринки и затрудняло выклев. У эмбрионов на этапе образования эмбриональной системы кровообращения были гипертрофированы кроветворные органы, кровяные островки на желточном мешке имели вид гематом, переполненных форменными элементами крови. Подобные кровяные островки образовывались в хвостовом и головном отделе. При всех испытанных концентрациях меди первоначально наблюдалось помутнение висцеральной жидкости, в то время как сердце еще интенсивно пульсировало и кровообращение продолжалось.

Обнаружена зависимость функции ритма биения сердца от концентрации меди (рис. 3). Как видно из рисунка, числовые значения сердечного ритма контрольных эмбрионов и эмбрионов развившихся под действием меди (0,05 мг/л) сходны. У опытных эмбрионов лишь незначительно снижается пульсация сердца. При концентрациях меди 0,1 и 0,15 мг/л темп сокращения сердца у подвижного эмбриона резко увеличивается и остается высоким вплоть до перехода личинок на активное питание. По-видимому, отмеченные выше нарушения в кровеносной системе сказываются на ритме пульсации сердца.

Характер действия растворенной меди в соединении $CuCl_2$ на эмбриональный и ранний личиночный период развития тилипии был

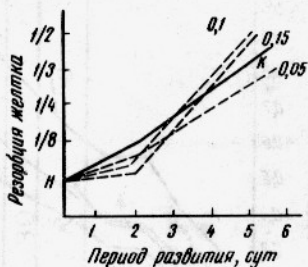


Рис. 2. Скорость рассасывания желточного мешка при действии различных концентраций (в мг/л) хлористой меди.

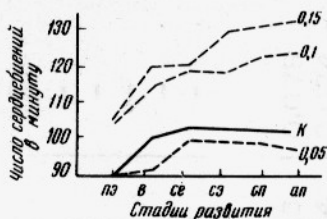


Рис. 3. Ритм биения сердца эмбрионов теляпии при действии различных концентраций (в мг/л) хлористой меди:

пэ — подвижный эмбрион; остальные обозначения те же, что на рис. 1.

аналогичным во всех вариантах опыта, отличалась лишь количественная характеристика. При этом основными нарушениями были: гипертрофирование органов эмбрионального кровообращения, нарушение процесса выклева, гипертрофирование сети кровеносных сосудов на желточном мешке и нарушение дифференцировки пищеварительной системы. Установлены летальные концентрации меди для икры теляпии при солёности 20‰: 1,5–2,5 мг/л на стадии органогенеза, 0,3–1,0 мг/л при переходе личинок на активное питание. Отмеченные отклонения от нормы развития наблюдались и в концентрации 0,01 мг/л меди.

Анализируя данные, полученные в экспериментах с молодью теляпии, выращенной в чистой морской воде солёностью 20‰, мы не стремились вскрыть закономерность роста в зависимости от концентраций токсиканта в том виде, в котором они выражаются полученными кривыми роста, а описывали их всего парой чисел, определяющих величину исследованной характеристики в начале и конце нескольких временных интервалов, определяющих гибель 50% личинок в варианте. Таким образом, была получена возможность объективно сравнить между собой показатели весового роста на протяжении определенных временных интервалов.

На рис. 4 представлены кривые выживаемости и прироста массы мальков теляпии, находящихся к началу опыта в возрасте 50 дней. На протяжении 3 мес. эксперимента они оказались наиболее жизнестойкими к концентрации меди 0,1 мг/л. В течение 60 дней количество живых особей составило 94% (100% — контроль), затем наметилась устойчивая тенденция к сокращению численности. Мальки во всех остальных вариантах гибли с первых дней эксперимента. При концентрациях меди 0,5; 0,8 и 1,0 мг/л летальный исход для 50% подопытных мальков наступил через 11, 20 и 40 дней соответственно, а при концентрации 0,3 мг/л — через 90 дней экспозиции эта величина достигла 65%.

При сравнении по трем показателям прироста массы 50-дневных

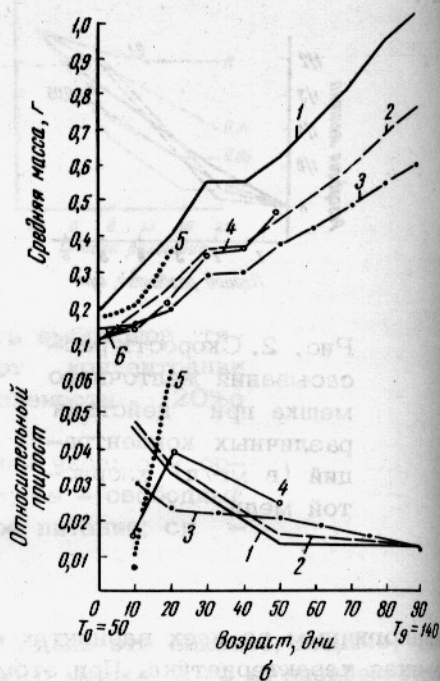
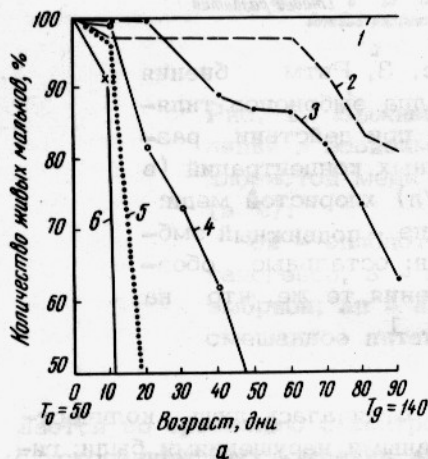


Рис. 4. Выживаемость (а) и показатели увеличения массы (б) 50-дневных мальков тилляпии в присутствии различных концентраций меди (в мг/л):

1 — контроль; 2 — 0,1; 3 — 0,3; 4 — 0,5; 5 — 0,8; 6 — 1,0.

мальков в четырех временных интервалах (10, 20, 50 и 90 дней) оказалось (таблица), что с самого начала рыбы, находящиеся в концентрациях выше 0,3 мг/л (например, в 1 мг/л), отставали в темпе роста, их относительный прирост составил только 14% по отношению к контролю. При 20-дневном выдерживании у рыб, находящихся в растворе меди концентрацией 0,5 и 0,8 мг/л, резко увеличилась масса по всем приведенным показателям, что можно объяснить двумя причинами. Среди мальков, содержащихся при концентрации 0,8 мг/л, за 10 дней погибло 19 рыб из 39; средняя масса погибших составила 0,04 г, т.е. в 9 раз меньше средней массы оставшихся; значит гибели более мелкие, т.е. слабые особи. За счет гибели 50% рыб заметно уменьшилась плотность популяции (было 0,46 л на особь, стало 1,0 л), что тоже повлияло на показатели. Эти же причины обусловили повышение темпа роста мальков в концентрации 0,5 мг/л и на следующем временном интервале. При сравнении 50 и 90-дневного интервала наблюдается выравнивание относительных величин показателей роста в контроле и в концентрациях 0,1 и 0,3 мг/л меди, что, как и в предыдущем случае, связано с гибелью слабых и мелких тилляпий.

У личинок 20-дневного возраста (рис. 5) действие испытанных концентраций хлористой меди выражено заметнее: 50% особей гибнет в концентрациях 0,4; 0,3; 0,2 мг/л к 17, 20, 52 сут (в

Концентрация, мг/л	Временные интервалы, дни								
	10			20			30		
	Δy	R	C	Δy	R	C	Δy	R	C
50-дневные личинки									
K	0,11	0,047	0,048	0,23	0,041	0,041	-	-	-
0,1	0,07	0,048	0,048	0,15	0,043	0,043	-	-	-
0,3	0,04	0,031	0,031	0,08	0,027	0,027	-	-	-
0,5	0,02	0,017	0,016	0,09	0,030	0,028	-	-	-
0,8	0,02	0,011	0,011	0,19	0,036	0,038	-	-	-
1,0	0,01	0,007	0,007	-	-	-	-	-	-
20-дневные личинки									
K	0,041	0,12	0,14	0,058	0,067	0,082	-	-	-
0,01	0,045	0,12	0,14	0,063	0,068	0,082	-	-	-
0,1	0,024	0,086	0,092	0,022	0,034	0,055	-	-	-
0,2	0,016	0,062	0,064	0,022	0,038	0,040	-	-	-
0,3	0,004	0,022	0,022	0,010	0,024	-	-	-	-
0,4	0,004	0,024	0,024	-	-	-	-	-	-
10-дневные личинки									
K	0,029	0,11	0,12	-	-	-	0,127	0,055	0,079
0,01	0,021	0,086	0,092	-	-	-	0,116	0,054	0,074
0,1	0,006	0,038	0,038	-	-	-	0,047	0,044	0,051
0,2	0,002	0,015	0,016	-	-	-	0,038	0,042	0,048
0,3	0,001	0,007	0,008	-	-	-	-	-	-
0,4	0,001	0,008	0,008	-	-	-	-	-	-

[illegible]

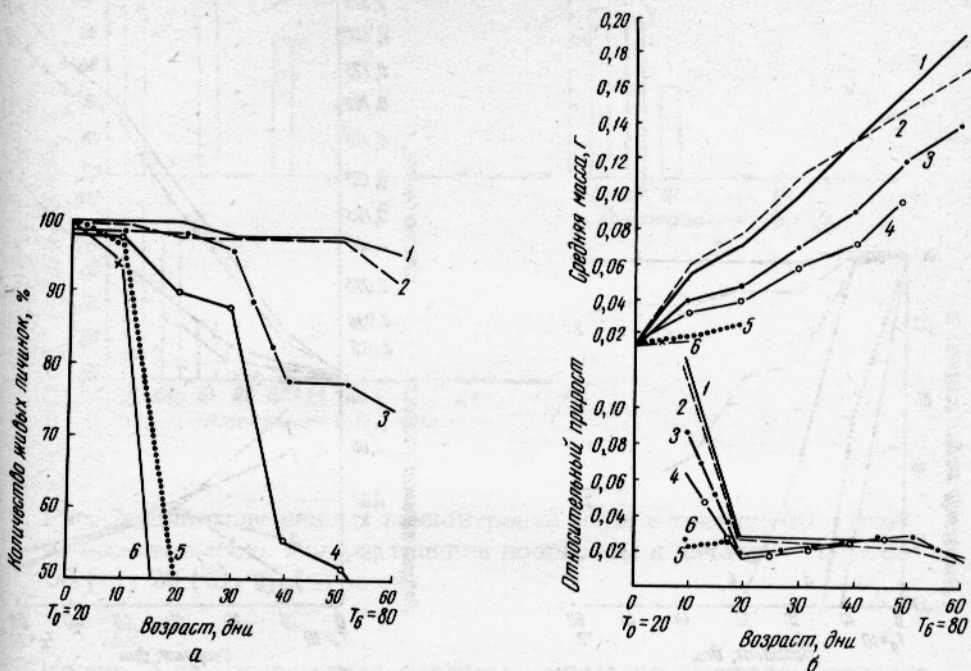


Рис. 5. Выживаемость (а) и показатели увеличения массы (б) 20-дневных личинок теляпии под действием разных концентраций меди (в мг/л):
 1 - контроль; 2 - 0,01; 3 - 0,1; 4 - 0,2; 5 - 0,3; 6 - 0,4.

предыдущем эксперименте приблизительно за это время погибали мальки в концентрациях 1,0; 0,8; 0,5 мг/л). Выживаемость в концентрации 0,1 мг/л резко уменьшилась в отличие от первого опыта, достигая на 60-е сутки 74% (контроль 96%). В этом эксперименте была испытана концентрация 0,01 мг/л меди, равная одному ПДК, принятому для рыбохозяйственных пресных водоемов. 50 дней не выявили отличий между контролем и этой концентрацией по критерию выживаемости, в следующие 10 дней отход личинок немного увеличился и к концу эксперимента разница составила 8%.

Прослеживаются различия в задержке темпа роста личинок (см. таблицу) из больших концентраций на всех четырех (10, 20, 50 и 60-дневных) временных отрезках. Так, в первые 10 дней в концентрациях 0,4 и 0,3 мг/л показатели абсолютного прироста отличались от контрольных на 9,8%, относительного - на 18% при низкой удельной скорости роста. В интервале 20 дней такая разница для концентрации 0,3 мг/л по абсолютному показателю была 0,17, по относительному - 35,8%; для концентрации 0,2 мг/л - 37,9 и 56,7%. Та же закономерность сохраняется и на следующих временных интервалах. Личинки, находящиеся в концентрации 0,01 мг/л, на протяжении всего эксперимента росли несколько хуже контрольных (см. рис. 5). Таким образом, рост массы и выживаемость у

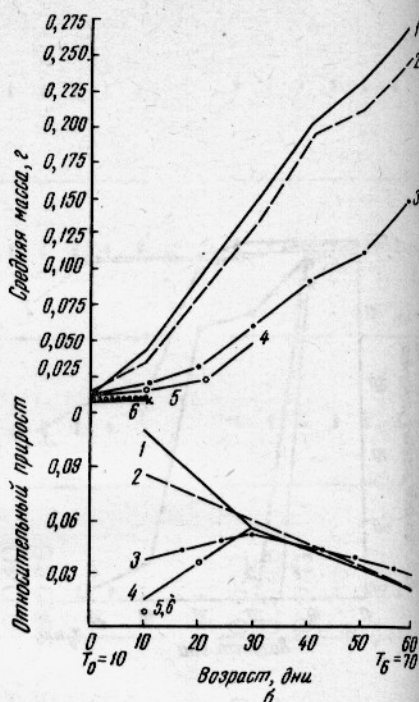
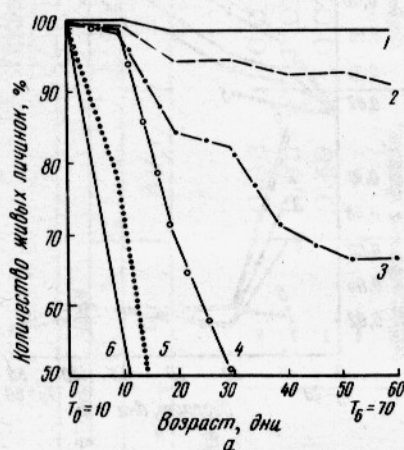


Рис. 6. Выживаемость (а) и показатели увеличения массы (б) 10-дневных личинок тляпии под действием разных концентраций меди (в мг/л):

1 — контроль; 2 — 0,01; 3 — 0,1; 4 — 0,2; 5 — 0,3; 6 — 0,4.

личинок этого возраста угнетаются медью значительно сильнее, чем у мальков.

В эксперименте с 10-дневными личинками сразу после их перехода на активное питание кривые выживаемости на графике (рис.6) еще больше отклоняются от контрольных, как во временном, так и в возрастном аспектах, указывая на сильное угнетение с первых дней опыта. В концентрациях от 0,4 до 0,2 мг/л летальный исход для половины особей наступает на 5-20 дней раньше, чем у 20-дневных личинок в тех же условиях. Значительнее, чем в контроле, отход личинок в концентрации 0,01 мг/л; к концу 60-го дня — 90%.

В первые 10 дней кривые роста и показатели относительного прироста (см. таблицу) говорят об очень сильном угнетении личинок во всех вариантах эксперимента по сравнению с контролем и данными предыдущих опытов. Разница в относительном приросте за это время в концентрациях 0,3 и 0,4 мг/л у 10 и 20-дневных личинок достигает 11, а концентрации 0,01 мг/л — 12%. За 30-дневный интервал относительные показатели роста в вариантах с концентрациями 0,1 и 0,2 мг/л увеличиваются, как было показано выше, из-за гибели мелких личинок; далее все показатели роста, в контроле и концентрации 0,01 мг/л сближаются. К концу эксперимента, на 60-е сутки, у личинок из низких концентраций темп роста снижается параллельно контролю.

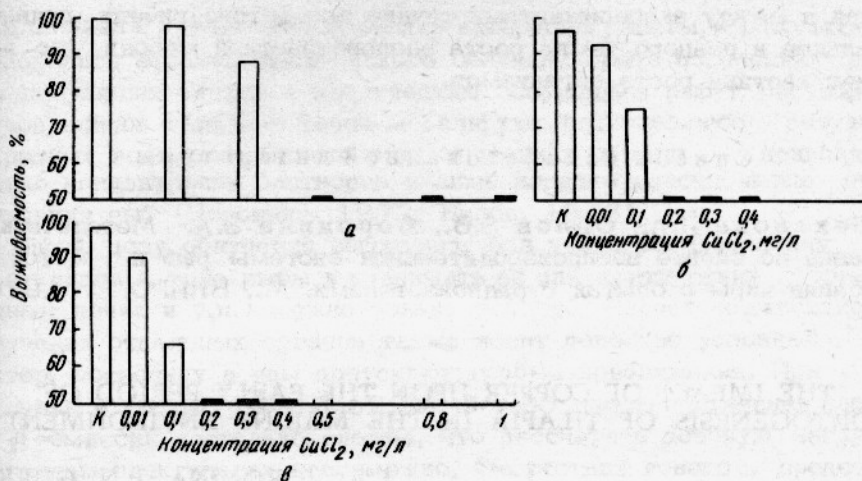


Рис. 7. Действие разных концентраций меди в течение 60 дней на выживаемость молоди тилляпии возрастом к началу опытов 50 (а); 20 (б); 30 (в) дней.

Из рис. 7, на котором представлены данные по выживаемости молоди тилляпии разного возраста под влиянием различных концентраций хлористой меди, видно, что максимально угнетены самые молодые личинки тилляпии, перешедшие на активное питание к началу эксперимента.

ВЫВОДЫ

1. Икра тилляпии в морской среде погибает на стадии органогенеза в концентрациях CuCl_2 от 2,5 до 1,5 мг/л. Содержание токсиканта в среде от 1,0 до 0,3 мг/л тормозит выклев и сильно снижает выживаемость свободных эмбрионов при переходе на активное питание. В концентрациях 0,1 и 0,01 мг/л отмечаются отклонения от контроля на стадии подвижного эмбриона. При этом учащается сердцебиение и гипертрофируются органы эмбрионального кровообращения.
2. Выживаемость и рост массы тилляпии находятся в прямой зависимости от концентрации токсиканта и возраста молоди. Максимальные из испытанных концентраций 2,5–0,2 мг/л резко нарушают нормальное течение физиологических, биохимических и морфологических процессов в организме, что, естественно, нарушает динамику роста и снижает жизнедеятельность в ранние периоды онтогенеза рыбы.
3. Эффект от небольших доз CuCl_2 0,01–0,1 мг/л выражен на ранних этапах развития организмов по-разному. Мальки, взятые в эксперимент в возрасте 5 дней, наиболее выносливы и жизнестойки, а личинки в период перехода на активное питание – наиболее чувствительны к действию токсиканта.
4. Сравнивать показатели роста массы рыб разных вариантов

внутри и между экспериментами трудно вследствие гибели личинок и мальков и разного темпа роста разновозрастной молодежи, что искажает картину роста организмов.

Список использованной литературы

Шеханова И.А., Орлов Э.В., Воронина Э.А. Методические указания по оценке воспроизводительной системы рыб и методам инкубации икры в опытах с радиоизотопами. М., ВНИРО, 1976. 26 с.

THE IMPACT OF COPPER UPON THE EARLY PERIOD OF ONTOGENESIS OF TILAPIA IN THE MARINE ENVIRONMENT

E.A. VORONINA, I. N. GORKIN

SUMMARY

The impact of cuprous chloride on eggs, larvae and fry of *Tilapia mosambica* Peters in the sea water with salinity of 20‰ was investigated in the laboratory. The survival rate of embryos, number of larvae hatched, resorption rate of the yolk sack, palpitation rythm, weight growth rate and survival rate of larvae and fry were used as criteria in the tests involving 13 concentrations of the toxicant (2.5-0.01 mg/l).

The concentrations ranging from 2.5 to 1.5 mg/l of copper result in a high rate of mortality of eggs at the stage of organogenesis. The toxicant content of 1.0-0.3 mg/l retards hatching and affects greatly the survival rate of free embryos when they start feeding from the environment. The toxicant content of 0.1-0.01 mg/l increases pulpitation and causes hypertrophy of blood circulation organs in moving embryos.

The influence of the copper concentrations tested on the survival rate of larvae and fry from three age groups was ascertained with reference to the time of exposure and age of the young. The normal growth rates of larvae and fry were affected in relation to the concentrations of the toxicant. The growth rate tends of lowering in the young.

Effects of ionizing radiation on aquatic organisms and ecosystems. IAEA, Tech. Rep. Ser., No. 172, Vienna, 1976, pp. 1-131.

УДК 597 — 15:539.16:597.58

ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ И ЭФФЕКТЫ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ ТИЛЯПИЙ В РАСТВОРАХ СТРОНЦИЯ-90

Э.В. Орлов, А.П. Панарин,
И.А. Шеханова

Современным уровням радиоактивного загрязнения водоемов соответствуют очень низкие дозы облучения гидробионтов и проследить вызываемые ими эффекты в экспериментальных и тем более естественных условиях за редким исключением не удается.

Уважаемые читатели!

Редколлегия тома и издательство "Пищевая промышленность" приносят свои извинения за допущенные в томе погрешности. В томе неправильно заверстаны иностранные источники в списках использованной литературы — после *Summary*; кроме того, они сдвинуты на одну статью: относящиеся к первой статье заверстаны после предисловия, относящиеся ко второй — после первой и так далее. Помимо этого, допущен ряд опечаток.

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
82	Рисунок, на оси ординат подпись к рисунку, 2-я строка снизу	мг/кг сырого вещества морская вода	% сырого вещества вода
78	7-я снизу 5-я снизу	... 2 раза ... к воде...	...в двух повторностях ...в воду...
99	13-я снизу	... в I,7; 10...	...в I,7; 10...
III	6 и 7-я снизу	... у плотвы сибирской популяции...	...популяции сибирской плотвы...
II 6	23, 24, 25-я снизу	0 - ширина лба; l_2 - длина нижней... l_{mx} - расстояние от... a_2 - расстояние между...	l_2 - ширина лба; l_{mx} - длина нижней... a_2 - расстояние от... p_1 - расстояние между...