

УДК 615.9 : 597 + 615.9 : 574.5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТОКСИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ
К РАЗЛИЧНЫМ КОМПОНЕНТАМ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Э.И.Бесчетнова, Н.Г.Деревягина,
Г.В.Земков, С.Н.Кушникова,
Н.Г.Склеимова
(КаспНИРХ)

При разработках рыбохозяйственных предельно допустимых концентраций токсикантов очень важен выбор тест-организмов, с которыми целесообразно проводить токсикологические эксперименты. Известно, что различные виды гидробионтов обладают неодинаковой устойчивостью к одному и тому же токсиканту. В основе явления резистентности лежит способность организма к нормализации возникших нарушений, которая зависит от ряда факторов, в частности от физиологического состояния организма и от особенностей среды его обитания. По общему мнению Н.С.Строганова (1971) и Л.А.Лесникова (1973), набор тест-организмов должен представлять все звенья биологического круговорота веществ в водоеме, а каждый тест-объект должен обладать достаточной чувствительностью, обеспечивающей сохранность представляемого им звена. Поскольку ни один вид гидробионтов не является представительным для всех водоемов, накопление и уточнение данных по этому вопросу применительно к различным типам водоемов имеет большое практическое значение.

В настоящей работе сделана попытка оценить сравнительную устойчивость водорослей (*Scenedesmus quadricauda* (Turp) Bret), дафний (*Daphnia magna* Straus), икры, личинок и молоди осетровых рыб (*Acipenser güldenstadtii*, *Acipenser stellatus*) к отдельным компонентам (хром, цинк) сточных вод гальванического производства в условиях острой, подострой и хронической интоксикации. Экспериментальные работы проводились по методике

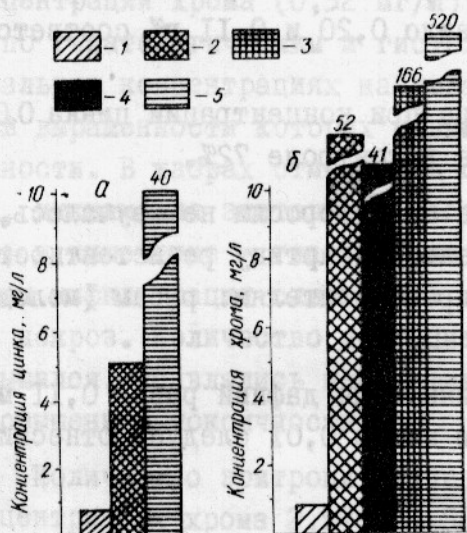
ГосНИОРХ (Лесников, 1973; Моисеенко, 1974), критериями токсичности для водорослей служили изменение количества клеток, морфологические и функциональные нарушения в них; для дафний в остром опыте - выживаемость и симптомы поведения рачков, в хроническом - изменение биомассы популяций, нарушения в процессах овогенеза, эмбриогенеза и пищеварения. Влияние токси-кантов на эмбриогенез рыб оценивали по величине и скорости выклева, количеству аномальных личинок и их двигательной активности. В эксперименте с молодью рыб токсичность в острых опытах оценивалась по выживаемости и стереотипу поведения; в подострых и хронических - по патологоанатомическим, гематологическим, гистологическим и биохимическим показателям (Ро-мейс, 1953; Барышков и др., 1966; Аршаница, 1969; Кудрявцев и др., 1969; Строганов, 1971). Все опыты ставились на волжской воде, прошедшей пруд-отстойник на рыбноводном заводе. Содержа-ние растворенного кислорода в ней составляло 7,2 - 9,2 мг/л; БПК₅ - 2,6 - 4,0 мг O₂/л; азота аммонитного - 0,4 - 0,5 мг/л; нитритного - 0,01 - 0,03 мг/л; нитратного - 0,1 - 0,5 мг/л; фосфора минерального - 0,002 мг/л; перманганатная окисляемость составляла 5,6 - 10,5 мг O₂/л; бихроматная - 22,4 - 30,4 мг/л; минерализация - 210 - 280 мг/л. Температура воды колебалась от 20° до 25°С.

Серноокислый цинк. Острый опыт

В опыте с дафниями испытано семь концентраций сульфата цинка в трех повторностях в пересчете на ион цинка: 0,017; 0,035; 0,07; 0,14; 0,28; 0,56; 1,13 мг/л. На четвертый день (через 96 ч) выживаемость дафний составила 100, 100, 100, 90, 73, 0, 0% соответственно. В контроле гибели рачков не наблю-далось.

Концентрации цинка 5,2; 10,5; 20,1; 40,3; 80,6 мг/л в опыте с севрюгой вызвали 100%-ный отход молоди за тот же про-межуток времени, что и в опыте с дафниями. В опыте с водоро-слями при концентрации цинка 25,1; 50,3; 100,7; 201,5; 403 мг/л выживаемость клеток по сравнению с контролем (контроль приняли за 100%) составила 229,7; 267; 56,2; 78; 0% соответственно. Вы-живаемость в опыте по сравнению с контролем возрастает в 2-5 раз при минимальных концентрациях цинка - 25,1; 50,3; 100,7 мг/л; две другие концентрации цинка - 201,5 и 403 мг/л - снижают выживаемость клеток вплоть до полной их гибели при

максимальной концентрации Zn^{2+} 403 мг/л. При сравнении резистентности изучаемых организмов по отношению к различным добавкам цинка выяснилось, что наибольшей устойчивостью обладают водоросли, наименьшей – дафнии. Минимальный уровень абсолютно летальных концентраций цинка для дафний – 0,56 мг/л; для молоди севрюги – 5,2 мг/л^х); для водорослей – 40,3 мг/л (рисунок).



Сравнительная резистентность гидробионтов по минимальной абсолютно летальной концентрации цинка (а) и хрома (б):

1 – дафнии; 2, 3, 4 – молодь, личинки и икра осетровых соответственно; 5 – водоросли

Хронический опыт

Опыт длился 21 сутки. Измерение биомассы дафний через каждые четверо суток показало постоянное снижение веса организмов, наиболее резкое – при концентрациях цинка 0,11; 0,22; 0,45 мг/л. В конце опыта при концентрациях цинка 0,01; 0,02; 0,05; 0,11; 0,22; 0,45 мг/л биомасса популяций рачков по отношению к контролю составила 104; 103; 93; 70; 91% соответственно, т.е. по мере увеличения концентраций цинка биомасса организмов снижалась. В опыте с молодью осетра испытана одна концентрация цинка – 0,01 мг/л. Макро- и микрокопический анализ органов и тканей, гематологические и морфометрические измерения не показали заметных изменений у молоди в опыте. Общее количество белка, липидов в сыворотке крови и уровень каталазной активности в крови у рыб в опыте и в контроле существенно не различались. Так, в опыте содержание белка составило 0,63 г%, липидов – 52 мг%, активность каталазы – 0,09 мг/мин; в контроле – 0,63 г%; 55 мг% и 0,09 мг/мин соответственно.

х) В опыте с молодью севрюги концентрации цинка ниже 5,2 мг/л не применялись. Возможно, минимальный уровень абсолютно летальных концентраций еще ниже.

Анализ белкового спектра сыворотки крови выявил некоторые различия по количественному уровню отдельных фракций. Наблюдалось достоверное ($P=0,98$) снижение α -глобулинов и повышение γ -глобулинов. Так, в контроле эти показатели равнялись 0,20 и 0,09 г%, а в опыте — 0,13 и 0,15 г% соответственно. Снижение альбуминов (0,17 г%) и повышение β -глобулинов (0,17 г%) недостоверно ($P>0,90$) по отношению к контролю, где количество этих фракций составило 0,20 и 0,11 г% соответственно.

В ходе эмбриогенеза осетра при концентрации цинка 0,01 мг/л выклев личинок составил 86%, а в контроле 72%.

Хроническое влияние цинка на водоросли не изучалось, поэтому в данном случае сравнительную картину резистентности гидробионтов мы даем по двум представителям: рыбам (молодь осетра) и рачкам (дафнии).

Пороговая концентрация цинка для дафний равна 0,11 мг/л. Для молоди осетра концентрацию цинка 0,01 следует отнести к действующей.

Хромовый ангидрид. Острый опыт

При интоксикации хромовым ангидридом изучаемые организмы по степени устойчивости (от большей к меньшей) располагаются в следующем порядке: водоросли, личинки, икра и молодь осетра, дафнии.

Минимальный уровень абсолютно летальной концентрации иона хрома для названных организмов соответственно равен 520; 166,6; $< 41,6$; 52 и 0,65 мг/л (см. рисунок).

В опыте с икрой осетра концентрации иона хрома выше 41,6 мг/л не испытаны, а при данной концентрации выклев личинок составил 90%. Это и позволяет считать, что максимально летальная концентрация хрома лежит выше 41,6 мг/л.

Хронический и подострый опыты

В опыте с дафниями испытано пять концентраций иона хрома: 0,016; 0,032; 0,065; 0,13 и 0,26 мг/л. Биомасса популяций рачков в последний день опыта составила 77, 79, 65, 57 и 10% соответственно (в контроле биомасса взята за 100%).

Хроническое воздействие хрома в течение 35 дней при концентрациях иона 0,9; 1,9; 3,9; 7,8 и 15,6 мг/л резко снижало

численность клеток водорослей, и в конце опыта она составила соответственно 12, 28, 28, 0 и 0%.

В опыте с рыбой изучено пять подострых концентраций хрома: 0,32; 0,64; 1,28; 2,57 и 5,52 мг/л.

В течение 15 дней воздействия только при минимальной концентрации хрома (0,32 мг/л) не было отклонений от контроля по гематологическим и гистологическим показателям. При остальных концентрациях наблюдались различные нарушения, степень выраженности которых повышалась по мере увеличения токсичности. В жабрах отмечались отечность респираторных складок, диквамация эпителия и частичный некроз жаберных лепестков; в кишечнике — гиперплазия секреторного эпителия, лимфоидная инфильтрация слизистого и подслизистого слоев, частичный некроз. Количество лейкоцитов увеличивалось, уровень РОЭ повышался, появлялись нейтрофилия и моноцитоз, усиливающиеся с повышением токсичности.

Количество эритроцитов незначительно уменьшилось при концентрациях хрома 2,57 и 5,52 мг/л. В спектре сывороточных белков при тех же концентрациях хрома количество всех белковых фракций было больше, чем в контроле. При остальных концентрациях увеличивалось лишь количество альбуминов, а количество α - и β -глобулинов уменьшалось. Активность каталазы по мере увеличения токсичности возрастала.

В ы в о д ы

1. Токсикорезистентность различных гидробионтов (молодь, личинки и икра осетровых рыб, дафнии и водоросли) к цинку и хрому, содержащимся в сточных водах, неодинакова.

2. В остром опыте устойчивость к цинку у дафний оказалась в 10 раз ниже, чем у молоди осетровых, и в 719 раз ниже, чем у водорослей. Устойчивость к хрому в остром опыте у дафний была ниже, чем у водорослей, молоди, личинок и икры осетровых соответственно в 800, 80, 256 и 60 раз.

3. В хроническом опыте концентрация цинка 0,01 мг/л на дафний токсического действия практически не оказывала, а у молоди осетровых существенно снижала содержание α -глобулинов и повышала содержание γ -глобулинов. Концентрации хрома, не вызывающие заметных изменений у дафний, водорослей и

рыб в хроническом опыте, составляли соответственно 0,016; 0,9 и 0,32 мг/л.

4. Резкие различия видовой резистентности гидробионтов при остром воздействии цинка и хрома значительно нивелируются при хронической интоксикации.

Л и т е р а т у р а

А р ш а н и ц а Н.М. Практика патологоанатомического метода исследования в водной токсикологии. - Симпозиум по водной токсикологии. Тезисы докладов. М., Наука, 1969, с.18-20.

Б а р ы ш к о в Ю.А. и др. Определение общих липидов в сыворотке с помощью фосфорнованилиновой реакции. - Лабораторное дело, 1966, № 6, с.3-14. Авт.: Барышков Ю.А., Вельтицев Ю.Е., Фомина З.Н., Пемлева И.Н., Мамонова Л.Г.

К у д р я в ц е в А.А., К у д р я в ц е в а Л.А., П р и в о л ь н е в Т.И. Гематология животных и рыб. М., Колос, 1969, с.3-7.

Л е с н и к о в Л.А. Методические указания по установлению предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов. Л., 1973, 22 с.

М о и с е н к о Т.К. Методические указания по проведению токсикологических экспериментов на водорослях. Л., 1974, 13 с.

Р о м е й с Б. Гистохимия. М., ИЛ, 1953, 718 с.

С т р о г а н о в Н.С. Методика определения токсичности водной среды. - Методики биологических исследований по водной токсикологии, Кн.1. М., Наука, 1971, с.14-59.

Comparative toxic resistance of aquatic species
to various components of industrial discharge

Beschetnova E.I., Derevyagina N.G.,
Zemkov G.V., Kushnikova S.N.,
Skleimova N.G.

S u m m a r y

The toxic resistance of various aquatic species (young fish, larvae and eggs of sturgeon, Daphnia and Algae) to zinc and chromium from the industrial discharge varies from species to species.

In Daphnia the resistance to zinc in the acute experiment was 10 times lower than in young sturgeon and 719 times lower than in Algae. In comparison with Algae the resistance of larvae, eggs and young sturgeon to chromium in the acute experiment was 800, 80, 256 and 60 times lower, respectively.

In the chronical experiment the zinc concentration of 0.01 mg/l did not affect Daphnia, but it reduced the content of α -globulines and increased the content of γ -globulines in young sturgeon. In the chronical experiment the concentrations of chromium which did not almost affect Daphnia, Algae and fish were equal to 0.016, 0.9 and 0.32 mg/l, respectively.

Various effects of acute exposure to zinc and chromium observed in the species investigated are considerably levelled under chronical intoxication.

