

УДК 591.8

И.М. Жаркова, О.А. Решетова, С.Т. Нуртазин, Т.С. Ванина

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы**Влияние некоторых синтетических моющих средств (СМС)  
на *Danio rerio* в остром эксперименте**

В статье даны результаты воздействия различных концентраций СМС в остром эксперименте на рыб *Danio rerio*. Установлено, что наиболее токсичным из испытуемых средств было синтетическое моющее средство *Morning fresh super concentrate*. Анализ данных морфологического исследования показал, что на воздействие СМС в большей степени реагируют жабры, органы переднего и среднего отделов желудочно-кишечного тракта, несколько в меньшей степени – печень и в еще меньшей степени – почки. Все выявленные в ходе эксперимента патологические процессы носили выраженный деструктивный характер.

**Ключевые слова:** острый эксперимент, синтетические моющие средства (СМС), морфологические исследования, жабры, печень, почки, *Danio rerio*.

И.М. Жаркова, О.А. Решетова, С.Т. Нуртазин, Т.С. Ванина

**Кейбір синтетикалық жуғыш заттардың (СЖЗ) өткір тәжірибе барысында *Danio rerio*  
балықтарына әсері**

Мақалада СЖЗ концентрацияларының *Danio rerio* балықтарына әсеріне жүргізілген өткір тәжірибенің нәтижелері көрсетілген. Тәжірибеден өткен синтетикалық жуғыш заттардың ішіндегі ең улысы *Morning fresh super concentrate* екені анықталды. Морфологиялық зерттеулер мәліметтерінің анализі көрсеткендей, СЖЗ әсеріне ең жоғары деңгейде желбезектер, асқазан-ішек жолының алдыңғы және ортаңғы бөлімдерінің мүшелері, сәл төменірек мөлшерде бауыр және одан да аз деңгейде бүйрек жауап қайтарады. Тәжірибе барысында анықталған барлық патологиялық үдерістер айқын деструктивті сипатқа ие.

**Түйін сөздер:** өткір тәжірибе, синтетикалық жуғыш заттар (СЖЗ), морфологиялық зерттеулер, желбезектер, бауыр, бүйрек, *Danio rerio*.

I.M. Zharkova, O.A. Reshetova, S.T. Nurtazin, T.S. Vanina

**Influence of some synthetic detergent (SD) at *Danio rerio*  
in the acute experiment**

The article was given the results of the effects of different concentrations of SD in the acute experiment on fish *Danio rerio*. Found that the most toxic of the test facilities was synthetic detergent *Morning fresh super concentrate*. The analysis of morphological studies showed that the impact of SD is more responsive gills, organs anterior and middle sections of the gastrointestinal tract, to a lesser degree - the liver and to an even lesser degree - the kidneys. All identified were pronounced destructive character during the experiment pathological processes.

**Keywords:** acute experiment, synthetic detergents (SD), morphological studies, gills, liver, kidney, *Danio rerio*.

Рыбы как одно из последних звеньев в трофической цепи водоемов представляют собой адекватные тест-объекты, так как в большей степени других гидробионтов подвержены воздействию токсических веществ, которые аккумулируются в их органах и тканях [1].

В последнее время практически все естественные водоемы испытывают значительную антропогенную нагрузку. Известно, что в водоемы из близлежащих населенных пунктов с ливневыми, сточными и паводковыми водами поступают воды, загрязненные моющими средствами, концентрация которых каждый год увеличивается, что обусловлено нарастающим активным использованием синтетических моющих средств (СМС) в быту, на автомойках, химчистках и т.д. Одним из основных компонентов СМС являются синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Попадая в водоемы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, уменьшают поверхностное натяжение воды, образуя хлопья пены на ее поверхности при малейших возмущениях, препятствуют поступлению солнечной энергии, отрицательно воздействуют на температурный режим водоема и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно [2].

Целью нашего исследования являлось изучение влияния синтетических моющих средств на гистоструктуру ряда органов (жабры, желудочно-кишечный тракт, печень, почки) рыбы *Danio rerio* из отряда карпообразных в остром эксперименте.

В проведенном эксперименте по изучению острого воздействия синтетических моющих средств были использованы следующие наиболее распространенные бытовые синтетические моющие средства:

Порошкообразное СМС Ariel автомат, чистота Deluxe, Touch of Lenor fresh производства компании Проктер энд Гэмбл, в состав которого входят 5-15% анионных ПАВ, кислородосодержащие отбеливатели, менее 5% неионогенных ПАВ, фосфаты и поликарбоксилаты и др. вещества.

Жидкое средство для мытья посуды Morning fresh super concentrate производства компании Cassons, в состав которого входят 15-30% анионных ПАВ, отдушка, краситель, консерванты и др. вещества.

Жидкое средство для мытья посуды Fairy Зеленое яблоко производства компании Проктер энд Гэмбл, в состав которого входят 5-15% анионных ПАВ, <5% неионогенных ПАВ, консерванты, ароматические добавки и др. вещества.

Эксперименты проводились в аквариумах объемом 30 л. Для эксперимента детергенты растворяли при 40-60°C в 0,5 л теплой отстоянной водопроводной воде, которую затем доливали в уже заполненный аквариум с рыбой. Температура воды в аквариуме была около 18°C. Продолжительность острого эксперимента составляла 72 часа.

Концентрация СМС и летальность рыб при воздействии этих концентраций приведены в таблице.

Сразу после эксперимента рыба умерщвлялась и фиксировалась в 10% растворе нейтрального формалина. Внутренние органы были обработаны по стандартной схеме обработки гистологического материала. С каждого исследуемого органа изготавливались срезы, которые затем окрашивали обзорными красителями – гематоксилином и эозином [3].

#### **Воздействие синтетического моющего средства «Ariel»**

*Концентрация 40 мг/л.* В жабрах рыб, подвергнувшихся воздействию данного моющего средства, у всех исследованных особей наблюдался незначительный отек в многослойном первичном эпителии жаберных лепестков в основании ламелл, а также во вторичном жаберном эпителии ламелл. У отдельных особей наблюдалось незначительное увеличение количества слизистых клеток в эпителии лепестков жабр, а также появление отдельных слизистых клеток в эпителии ламелл. Кроме того, у отдельных особей наблюдались очаги некроза на ламеллах с нарушением целостности эпителиального покрова и сосудистого русла, приводящие к геморрагиям (рисунок 1). У одной особи было отмечено слипание ламелл. В органах желудочно-кишечного тракта всех исследованных особей отмечена десквамация эпителии слизистой оболочки. Структура органа была сохранена. Выявленных патоморфологических изменений не выявлено. В печени наблюдалось слабое или умеренное полнокровие крупных и мелких кровеносных сосудов. У отдельных особей выявлялись очаги микронекроза, сопровождавшиеся явлениями

Таблица 1 – Летальность рыб *Danio rerio* при воздействии СМС

№	Действующее вещество	Концентрация, мг/л	Количество особей	Кол-во погибших рыб	Летальность, %
1	<b>Ariel</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2	Ariel	50	6	0	0
3	Ariel	60	6	5	83
4	Ariel	80	10	10	100
5	Morning Fresh	20	10	0	0
6	Morning Fresh	25	6	3	50
7	Morning Fresh	30	6	6	100
8	<b>Morning Fresh</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>100</b>
9	Fairy	20	10	0	0
10	Fairy	30	6	0	0
11	Fairy	35	6	0	0
12	<b>Fairy</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>70</b>
13	Fairy	45	6	4	66
14	Fairy	50	10	10	100

кариолизиса и появлением безъядерных гепатоцитов. В почках отдельных особей наблюдался отек стромы, полнокровие кровеносных сосудов, полнокровие капилляров почечных клубочков (рисунок 2).

*Концентрация 50 мг/л.* В жабрах всех исследованных особей выявлялся незначительный отек в эпителии лепестков в основании ламелл. У отдельных особей выявлялось нарушение целостности сосудистого русла некоторых ламелл с образованием геморрагий, а также некроз респираторных клеток эпителия ламелл. В органах желудочно-кишечного тракта всех исследованных особей отмечена десквамация эпителия слизистой оболочки. Структура органа была сохранена. В печени всех исследованных особей выявлялось умеренное полнокровие кровеносных сосудов, очаговый некроз гепатоцитов, некроз эпителия желчных протоков. В почках наблюдался очаговый некроз эпителия почечных канальцев.

*Концентрация 60 мг/л.* У погибших особей отмечалось изменение окраски жабр в белый цвет (рисунок 3), что соответствовало при гистологическом исследовании полному некрозу органа (рисунок 4). В органах желудочно-кишечного тракта отмечался некроз слизистой оболочки (рисунок 5). В печени выявлялись обширные участки органа, подвергшиеся полному некрозу. В сохранных участках печени наблюдалось умеренное полнокровие сосудов, явления кариоли-

зиса в гепатоцитах, очаги некроза паренхимы и эпителия желчных протоков.

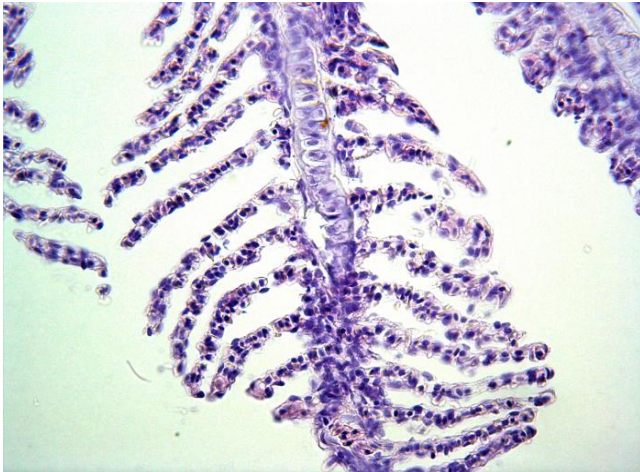
*Концентрация 80 мг/л.* Гистологическое исследование показало, что в жабрах практически всех особей имел место полный некроз органа, как и при концентрации 60 мг/л. В органах желудочно-кишечного тракта практически всех особей имела место деструкция ворсинок кишечника, обширный некроз слизистой, а также мышечной оболочек. В печени имел место полный некроз органа практически у всех исследованных особей (рисунок 6). В почках наблюдались кровоизлияния, структура нефронов была сохранена.

#### **Воздействие синтетического моющего средства «Morning Fresh»**

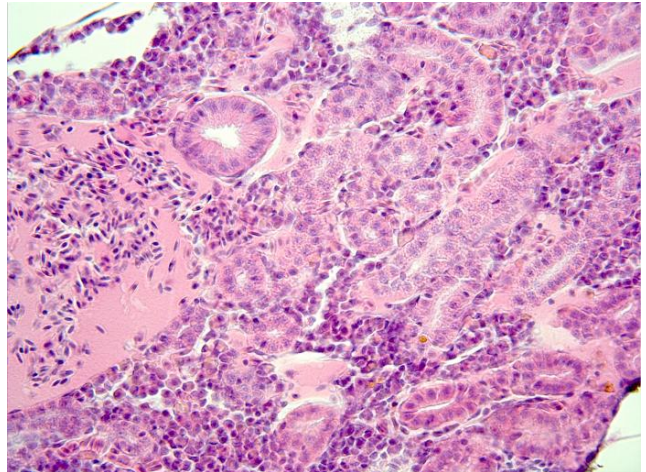
*Концентрация 20 мг/л.* В жабрах всех исследованных особей наблюдался незначительный отек в первичном жаберном эпителии в зонах основания ламелл. У отдельных особей выявлялось незначительное увеличение количества слизистых клеток в первичном жаберном эпителии, выявлялись единичные очаги некроза эпителия ламелл, нарушение целостности сосудистого слоя, приводящее к геморрагиям внутри ламелл. В органах желудочно-кишечного тракта наблюдалась десквамация эпителия слизистой.

В печени отмечалось полнокровие крупных и мелких сосудов, пикноз ядер гепатоцитов, наличие безъядерных гепатоцитов, кариолизис. У одной особи был отмечен очаговый некроз





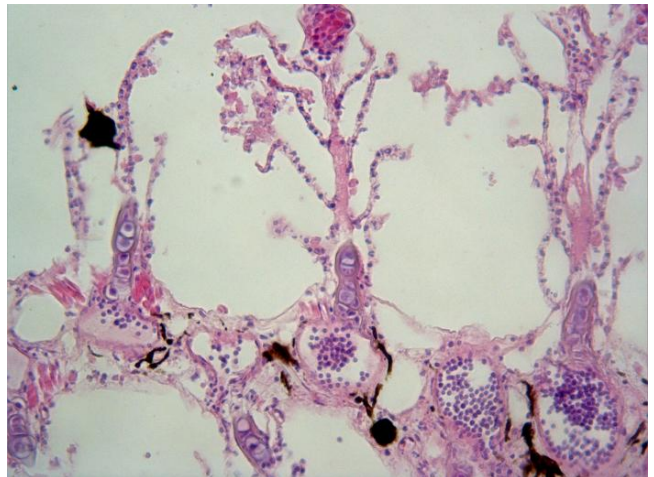
**Рисунок 1** – Деструкция сосудистого слоя ламелл, некроз вторичного эпителия, гемorragии внутри ламеллы. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x 400



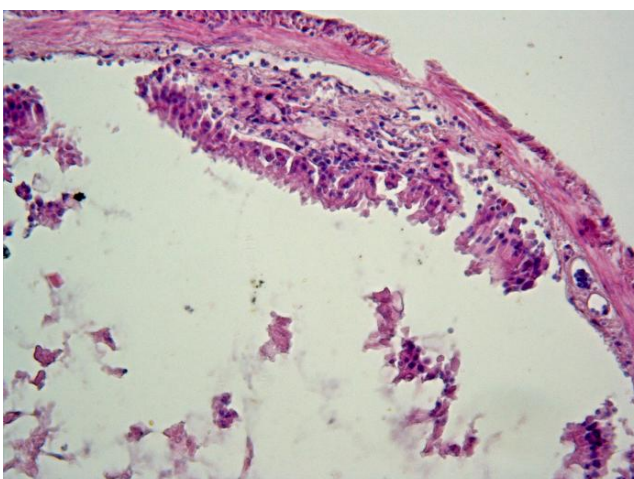
**Рисунок 2** – Полнокровие крупных сосудов почки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x 400



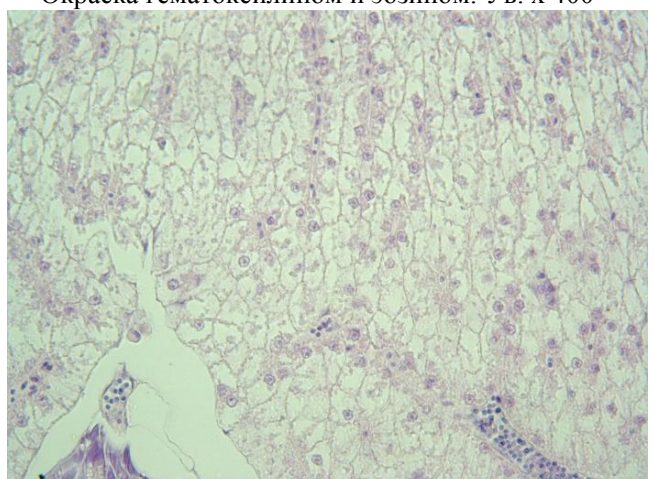
**Рисунок 3** – Изменение окраски жабр



**Рисунок 4** – Полный некроз структуры жабр. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x 400



**Рисунок 5** – Полный некроз кишечного эпителия. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x 400



**Рисунок 6** – Полный некроз печени. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x 400

эпителия желчных протоков. В почках отмечалось полнокровие крупных сосудов, стаз крови, расширение капилляров клубочков, кровоизлияния, очаговый некроз эпителия отдельных канальцев нефронов, расширение полости капсулы нефронов.

*Концентрация 30 мг/л.* В жабрах отмечен полный некроз органа. Наблюдался некроз слизистой и мышечной оболочек органов начального и среднего отделов желудочно-кишечного тракта. Структура толстого кишечника в большей степени была сохранной. В печени отмечались обширные очаги некроза органа. В сохраненных участках отмечалось полнокровие сосудов, некроз эпителия желчных протоков, кариолизис в гепатоцитах, наличие безъядерных гепатоцитов. В почках отмечен некроз эпителия канальцев нефронов.

*Концентрация 40 мг/л.* В жабрах всех исследованных особей отмечен полный некроз органа. В органах желудочно-кишечного тракта отмечен некроз слизистой оболочки, деструкция ворсинок кишечника. В печени отмечено полнокровие сосудов, стаз крови в сосудах, генерализованный некроз гепатоцитов, деформация дуктул, некроз эпителия дуктул. В почках отмечено полнокровие сосудов, нарушение целостности сосудов, сопровождаемое кровоизлияниями, некроз эпителия канальцев нефронов, некроз эпителия почечных клубочков.

#### **Воздействие синтетического моющего средства «Fairgy»**

*Концентрация 20 мг/л.* В жабрах отмечена слабая степень отека в первичном эпителии, увеличение количества слизистых клеток в первичном эпителии, нарушение целостности сосудистого слоя отдельных ламелл, приводящее к геморрагиям, очаги некроза вторичного жаберного эпителия. В органах желудочно-кишечного тракта отмечена десквамация эпителия слизистой оболочки. В печени наблюдалось полнокровие сосудов, очаги микронекрозов, кариолизис, наличие безъядерных клеток. В почках наблюдался очаговый некроз эпителия канальцев нефронов. У отдельных особей отмечалось полнокровие сосудов, расширение капилляров клубочков нефронов, отек стромы органа.

*Концентрация 40 мг/л.* У погибших животных наблюдался полный некроз жабр. В орга-

нах желудочно-кишечного тракта отмечалась деструкция ворсинок кишечника. В печени отмечен генерализованный некроз, кариолизис, пикноз ядер. В почках отмечен отек стромы, очаговый некроз эпителия канальцев, расширение полости капсулы нефронов, некроз эпителия почечного тельца, кровоизлияния.

Таким образом, в результате исследования было выявлено, что наиболее токсичным из тестированных СМС оказалось жидкое средство для мытья посуды Morning fresh super concentrate, которое при концентрации 30 мг/л вызывало 100% гибель опытных животных. 100% летальность от жидкого средства для мытья посуды Fairy Зеленое яблоко отмечалась при концентрации 50 мг/л. Порошкообразный СМС Agiel автомат при указанных концентрациях не вызывал летального исхода.

Анализ морфологических изменений показал, что при остром воздействии синтетических моющих средств в большей степени реагируют жабры, органы переднего и среднего отделов желудочно-кишечного тракта, чуть в меньшей степени – печень и в еще меньшей степени – почки. Жабры и органы ЖКТ подвергаются непосредственному прямому воздействию растворенных в воде токсичных веществ и, кроме того, являются высокочувствительными и в меньшей степени защищенными в связи с их основной задачей активного захвата из внешней среды необходимых веществ и их транспортировки внутрь организма. Печень получает поступившие в кровь из органов желудочно-кишечного тракта токсичные вещества и затем только включается в их активную нейтрализацию. Очищенная в большей или меньшей степени печенью кровь поступает в почки. Несмотря на это, при высоких концентрациях СМС тяжелые деструктивные изменения наблюдались не только в жабрах и органах ЖКТ, но также в печени и почках, что приводило к гибели особей.

Выявленные морфологические изменения можно квалифицировать как изменения деструктивного характера, отражающие повреждающее воздействие токсичных веществ. Изменения компенсаторно-приспособительного характера не наблюдались.



---

**Литература**

- 1 Гашев С.Н. Методологические подходы к решению современных проблем в экологии // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4. – С. 146-148.
- 2 Zoller U. Handbook of detergents / Ed.-in-chief Uri Zoller. - New York: Dekker, 2006. - 530 с.
- 3 Коржевский Д.Э., Гиляров А.В. Основы гистологической техники. – М.: СпецЛит, 2010. - 94 с.

**References**

- 1 Gashev S.N. Metodologicheskie podhody k resheniju sovremennyh problem v jekologii // Sovremennye naukoemkie tehnologii. – 2008. – № 4 – S. 146-148.
- 2 Zoller U. Handbook of detergents / Ed.-in-chief Uri Zoller. - New York : Dekker, 2006. - 530 с.
- 3 Korzhevskij D.Je., Giljarov A.V. Osnovy gistologicheskoy tehniki. M.: “SpecLit”, 2010. - 94 s.