

**УДК 614.777-74:661.185.6**

**В.В. Бабієнко, докт. мед. наук, проф.; І.В. Сахарова, аспірант**  
Одеський національний медичний університет

**АЗОТОВМІСНІ ДЕТЕРГЕНТИ  
ЯК ПРОБЛЕМА САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ ВОДОЙМ**

**V.V. Babienko, dr. med. sciences, prof.; I. V. Sakharova, Postgraduate Student**  
Odessa National Medical University

**NITROGEN-CONTAINING DETERGENTS AS THE PROBLEM OF  
SANITARY PROTECTION OF RESERVOIRS**

До сполук, які недостатньо вивчені у гігієнічному відношенні та можуть забруднювати водойми, належать азотовмісні поверхнево-активні речовини - детергенти. Це високомолекулярні органічні сполуки, які отримуються сульфуванням різних масел, вуглеводнів, високомолекулярних спиртів та інших речовин нафтового походження. До складу детергентів входить 20-40% поверхнево-активних речовин і 60-80% різних домішок.

Детергенти змінюють фізико-хімічні властивості води (піноутворення, зниження поверхневого натягу), зменшують дифузію кисню в воду, гальмують процеси самоочищення водойм і цим порушують гідрохімічний режим. Біологічно м'які синтетичні ПАР руйнуються в очисних спорудах на 80-90%, в природних водоймах - протягом 1-4 діб. Біологічно жорсткі - при біологічному очищенні розпадаються на 35-40%, а в водоймах зберігаються 2-3 місяці і більше. Ця група сполук широко використовується для отримання побутових і технічних миючих засобів, знаходить застосування в текстильній промисловості для захисту волокон від статичної електрики. Азотовмісні ПАР є поширеними інгібіторами корозії металів, хорошими фотореактивами, емульгаторами. Вони дозволяють захищати металеві поверхні за допомогою утворення міцного шару, стійкого до дії температури, агресивних речовин (кислот, лугів, солей, сірководню, кисню і т.д.). Деякі представники азотовмісних ПАР застосовують як стабілізуючі присадки в рідких вуглеводневих паливах, мастилах тертьових металевих поверхонь. Їх можуть використовувати при виробництві полімерних матеріалів для надання їм вогнестійкості, стійкості до впливу атмосферної вологи, ультрафіолетового випромінювання та інших факторів.

На підставі перспективних планів розвитку галузі обсяг виробництва азотовмісних ПАР безперервно зростає і на теперішній час складає в Україні 26 тис. тон на рік. За даними технічного регламенту виробничого процесу, на одну тону готової продукції утворюється до 60 м<sup>3</sup> стічних вод. В той же час, в сучасній літературі відсутні відомості про біологічну активність і вплив азотовмісних ПАР на умови водокористування. Не визначений прогноз і потенціальна їх небезпека для людини та навколишнього середовища. Відсутні дані про гігієнічну регламентацію азотовмісних ПАР в воді водоймищ. Все це не дозволяє прогнозувати їх шкідливий вплив на водоймища, здоров'я населення в процесі виробництва і в випадку потрапляння азотовмісних ПАР в джерела водопостачання. Невирішеність вищезазначених питань і визначила актуальність даної роботи.

Метою дослідження було вивчення особливостей механізму біологічної дії азотовмісних детергентів та встановлення їх нешкідливих рівнів у воді водних об'єктів.

У процесі реалізації мети досліджено ступінь небезпеки азотовмісних ПАР у воді водних об'єктів за критеріями стабільності та впливу їх на органолептичні властивості води, санітарний режим водойм, деструкції та трансформації; вивчено особливості механізму біологічної дії азотовмісних ПАР; оцінено можливі віддалені

наслідки впливу азотовмісних ПАР у модельному токсикологічному експерименті; визначено характер морфологічних даних внутрішніх органів у лабораторних тварин в умовах впливу азотовмісних ПАР; визначено нешкідливі рівні впливу азотовмісних ПАР та на основі цього обґрунтувати ГДК їх у воді водних об'єктів.

Встановлено, що азотовмісні поверхнево-активні речовини ФОМ-9, неонол ФОМ 9-4, неонол ФОМ 9-12 і неонол ФОМ 9-20 в концентраціях вище 5,0 мг/л здатні змінювати органолептичні властивості води, порушувати процеси самоочищення водойм, стимулювати ріст і розмноження сапрофітної мікрофлори, пригнічувати життєдіяльність водних організмів (дафнії), тим самим негативно впливаючи на умови водокористування. Азотовмісні ПАР належать до високо стабільних речовин. Період їх напіврозпаду становить більше одного року. Метаболіти азотовмісних поверхнево-активних речовин (альдегіди, спирти, кетони, вуглеводні, діоксан) є низькомолекулярними високотоксичними сполуками, які мають радіоміметичні та мембранотропні властивості, здатні ушкоджувати всі органи, системи і функції, викликаючи в організмі вільнорадикальну патологію.

В модельному токсикологічному експерименті встановлено, що особливостями біологічної дії азотовмісних детергентів є здатність впливати на клітинні мембрани і проникати через них. Виявлено, що речовини в дозі 1/100 ЛД<sub>50</sub> приводили до збільшення фракцій фосфатиділінозита, лізофосфатиділхоліна, лізофосфатиділеталонаміна в мембранах печінки та еритроцитів. Азотовмісні ПАР в дозі 1/100 ЛД<sub>50</sub> збільшують всі параметри мікросомального окиснення, прискорюють швидкість ендogenousного дихання, окислення НАДФН, окиснення НАДФН в присутності ЕДТА, перекисного окислення ліпідів, призводять до збільшення концентрації цитохрому Р<sub>450</sub>. Інтенсифікація перекисного окиснення ліпідів під впливом азотовмісних ПАР в 1/100 ЛД<sub>50</sub> вірогідно (P<0,05) підтверджується зростанням вмісту малонового діальдегіду та діе нових кон'югатів. Вплив азотовмісних ПАР призводить до перерозподілу мікроелементів в органах і тканинах експериментальних тварин, а саме: підвищенню в сироватці крові вмісту калію, натрію, кальцію, магнію, міді, цинку і заліза; у печінці під - зниження калію, кальцію і магнію, наднирниках – відповідно міді, цинку, нирках – натрію, серці – відповідно магнію, міді, селезінці – відповідно цинку, кальцію (на прикладі ФОМ-9).

Азотовмісні ПАР здатні негативно впливати на підтримання гомеостазу, адаптаційні здібності та стан гормонального статусу організму. Це доведено збільшенням спорідненості адренорецепторів до лігандів і зниженням кількості даного типу рецепторів. На прикладі ПАР ФОМ-9 і неонол ФОМ 9-4 встановлено підвищення активності фосфодіестерази, яка є внутрішньоклітинним фактором регуляції циклічних нуклеотидів. Азотовмісні ПАР порушують обмін тіроксину, трийодтироніну, тиреотропіну, інсуліну, глюкагону, глюкози, кальцитоніну, адренокортикотропіну і фолікулостимулюючого гормонів. Неонол ФОМ 9-12, ФОМ-9, неонол ФОМ 9-4 підвищують рівень ПГЕ<sub>2</sub>, ПГЕ, 6-кето-ПГФ<sub>1</sub> і лейкотрієну В<sub>4</sub>, а також знижують пул ПГЕ<sub>1</sub>, ПГФ<sub>2</sub> і лейкотрієну С<sub>4</sub>.

Вивчення впливу азотовмісних ПАР в дозі 1/10, 1/100 ЛД<sub>50</sub> показало, що ці сполуки здатні викликати гонадотоксичний ефект. Так, ФОМ-9 в дозі 1/10 ЛД<sub>50</sub>, як найбільш токсичний препарат, порушував функціональну активність сперматозоїдів, що виразилося в зниженні осмотичної резистентності (1,94±0,35% NaCl) у порівнянні з контролем (3,4±0,26% NaCl), кислотної стійкості (4,20±0,54 рН<sub>НСІ</sub>) у порівнянні з контролем (2,94±0,18 рН<sub>НСІ</sub>), коефіцієнтів маси сім'яників (0,30±0,03 г/кг) у порівнянні з контролем (0,453±0,01 г/кг).

У модельному токсикологічному експерименті при пероральному впливі досліджувані речовини здатні пригнічувати гуморальний і клітинний імунітет, змінювати імунобіологічну реактивність організму. В основі пригнічення імунітету лежать механізми порушення окисно-відновних процесів, біоенергетики, окисного

фосфорилювання, синтезу РНК, ДНК і білка. Алергенні властивості досліджуваним речовинам не притаманні. При тривалому надходженні в організм здатні змінювати співвідношення і ферментативну активність мікрофлори шлунково-кишкового тракту, що є причиною розвитку дисбактеріозу.

Зміни морфологічної структури внутрішніх органів лабораторних тварин, які знаходилися в умовах впливу азотовмісних ПАР, відображували суттєве функціональне напруження, яке в ділянці структурно-функціональних одиниць призводило до дистрофічних та деструктивних змін. Найбільш виражені зміни відзначалися в печінці (поширення міжбалкових синусоїдних капілярів, гіпертрофія і збільшення кількості печінкових макрофагів, гепатоцити, що прилягали до центральної вени, з вираженою вакуолізованою цитоплазмою), нирках (збільшення просвітку капсули, велика кількість клітин з розрихленими і фрагментованими апікальними полюсами, вакуолізованою цитоплазмою апікальної зони, гомогенні маси в каналцях, дифузрна лейкоцитарна інфільтрація в коркових відділах). В щитоподібній залозі - збільшення кількості фолікулів зі сплосченим епітелієм та мікрофолікулів, що свідчило про інгібування функції залози.

У модельному токсикологічному експерименті в дозі 1/10 і 1/100 ЛД<sub>50</sub> азотовмісні поверхнево-активні речовини знижують активність антиоксидантної системи, порушують біоенергетику і окисне фосфорилювання. Недіючою у всіх випадках була доза 1/1000 ЛД<sub>50</sub>. Лімітуюча ознака шкідливості речовин при обґрунтуванні їх гранично допустимої концентрації у воді - органолептична (здатність утворювати піну у водних розчинах). ГДК обґрунтована на рівні 0,5; 1,0; 1,0; 1,0 мг/л відповідно для ФОМ-9, неолола ФОМ 9-4, неолола ФОМ 9-12 і неолола ФОМ 9-20.

Результати проведених досліджень дозволили науково обґрунтувати нешкідливі рівні вмісту азотовмісних ПАР у воді водних об'єктів, які не порушують органолептичні властивості води, процеси природного самоочищення водойм, не впливають на організм теплокровних тварин; виявити особливості механізму біологічної дії азотовмісних ПАР, встановлені основні патогенетичні ланки структурно-метаболических порушень; довести, що розвиток оксидативного стресу в результаті дії досліджуваних речовин на організм обумовлюється порушенням процесів біоенергетики, окисного фосфорилювання й окислювально-відновних процесів з наступною інактивацією ферментних систем, що каталізують ці механізми; отримати дані про біологічну активність і потенційну небезпеку продуктів деструкції і трансформації азотовмісних ПАР; науково обґрунтувати заходи профілактики несприятливого впливу азотовмісних ПАР на санітарний стан водойм.

Практичне значення полягає в обґрунтуванні чотирьох гранично допустимих концентрацій азотовмісних ПАР в воді водойм господарсько-питного й культурно-побутового призначення для використання при проведенні санітарного нагляду; створити та впровадити програму профілактики негативного впливу азотовмісних ПАР на стан води водних об'єктів.

Таким чином, обґрунтовано прогноз потенційної небезпеки азотовмісних детергентів для людини та навколишнього середовища і розроблено їх нешкідливі рівні вмісту у воді водних об'єктів; отримана комплексна токсиколого-гігієнічна характеристика продуктів деструкції і трансформації азотовмісних ПАР; розкриті особливості механізму біологічної дії азотовмісних детергентів.