

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

© Бабієнко В.В., Аніщенко Л.В., Михайленко В.Л.
УДК 614.777:547.3

ВПЛИВ ПОЛІОКСИПРОПІЛЕНПОЛІОЛІВ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ*

Бабієнко В.В., Аніщенко Л.В., Михайленко В.Л.

Одеський національний медичний університет

В статье рассмотрены результаты проведения токсиколого-гигиенической характеристики новой группы полиоксипропиленполиолов и обоснован прогноза санитарно-эпидемиологического благополучия водных объектов. основное лежит исследование биологического действия полиолов на организм теплокровных животных в условиях острого и подострого экспериментов, влияния полиолов на органолептические показатели воды и санитарный режим водоемов. Исследование показало, что в основе механизма биологического действия полиоксипропиленполиолов лежит стимуляция свободнорадикального перекисного окисления липидов на фоне истощения антиоксидантной системы, нарушение структуры клеточных мембран, снижение активности мембраносвязанных ферментов, нарушение биоэнергетики, окислительного фосфорилирования и окислительно-восстановительных процессов в организме теплокровных животных. Ведущими патогенетическими звеньями формирования структурно-метаболических нарушений в организме являются активация свободнорадикальных процессов перекисного окисления липидов, ингибирование антиоксидантной системы и энергетических процессов, которые лежат в основе развития тканевой гипоксии и снижению восстановительных процессов.

Ключевые слова: гигиена, здоровье, полиоксипропиленполиолы, водоемы.

Швидке зростання промисловості і зміна її структури значно збільшують кількість стічних вод, що спускаються у водойми, змінюють їх хімічний склад. Охорона водойм від цих забруднень стає однією з важливих проблем технічного прогресу до громадської охорони здоров'я [9].

Небезпека забруднення водойм існує майже у всьому світі. З наростаючими темпами розвитку промисловості спостерігається зміна її структури і переважання водомістких технологічних процесів, характерних для галузей хімічної, нафто- і коксохімічної, паперово-целюлозної промисловості, виробництва штучних і синтетичних органічних матеріалів [2].

Розвиток хімічної промисловості, хімізація інших галузей виробництва і сільського господарства супроводжуються не тільки швидким збільшенням обсягу стічних вод, що надходять у водойми, а й все більш інтенсивним і різноманітним їх забрудненням хімічними речовинами і інгредієнтами, багато з яких далеко не байдужі для здоров'я. Вище сказане відноситься і до поліоксипропіленополіолів (ПОПП) [3, 5, 8, 11]. До недостатньо вивчених в гігієнічному відношенні ПОПП, які можуть забруднювати водойми, відносяться: поліоксипропілен-оксиетиленглікольуретан (ПОПП-100), поліоксипропіленамін (ПОПП-294), поліоксипропільована сахароза з поліоксипропілентріолом (ПОПП-504). Відомо, що ці речовини широко використовуються в різноманітних галузях народного господарства в якості основи промислового випуску синтетичної шкіри, емалей, лаків, гідравлічних та тор-

можних рідин, пластмас, поліуретанів, пінопластів, поверхнево-активних речовин, епоксидних смол. На всіх етапах виробництва ПОПП (синтез, каталіз, окиснення, гідратація, сушка) утворюються стічні води, які можуть бути причиною забруднення водойм і порушення процесів природного самоочищення [9].

На даний час практично відсутня інформація відносно параметрів токсичності, біологічної активності, впливу даної групи поліолів на умови водокористування та здоров'я населення, а також результатів гігієнічної регламентації в воді водних об'єктів [1, 4, 7, 10, 12-15]. Тому, необхідність вивчення цих запитань обумовлює актуальність даного дослідження, метою якого явилось отримання токсиколого-гігієнічної характеристики поліоксипропіленополіолів (ПОПП-100, ПОПП-294, ПОПП-504) та обґрунтування прогнозу санітарно-епідеміологічної небезпеки водойм.

Об'єкт дослідження: біологічний вплив ПОПП на організм експериментальних тварин в умовах гострого та підгострого експериментів, вплив ПОПП на органолептичні показники води і санітарний режим водойм.

Предмет дослідження – стан експериментальних тварин, стан санітарного режиму водойм.

Матеріали і методи дослідження

Були використані наступні методи досліджень: токсиколого-гігієнічні (визначення середньолетальних доз, кумулятивних алергенних властивостей, шкірно-підразнюючої та шкірно-резорбтивної дії), санітарні,

* Цитування при атестації кадрів: Бабієнко В.В., Аніщенко Л.В., Михайленко В.Л. Вплив поліоксипропіленополіолів на водні об'єкти // Проблеми екології і медицини. – 2016. – Т. 20, № 3-4. – С. 3–7.

імунні спектрофотометричні (визначення активності ферментів і концентрацій сполук), спектрофлуорометричні (визначення швидкості окислення сполук), хроматофотографічні (розподілення на фракції, визначення вмісту метаболітів), хемілюмінесцентні (визначення інтенсивності хемілюмінесценції біологічних об'єктів), уніфіковані клінічні методи з використанням стандартних наборів реактивів, морфофункціональні (визначення патологічних зрушень в органах і тканинах), гістохімічні (визначення активності ферментів), статистичні.

Таким чином, вивчення ступеня небезпеки ПОПП базувалося на великому діапазоні досліджень, серед яких обов'язковим були встановлення летальних ефектів, виявлення кумулятивних, шкірно-подразнюючих, шкірно-резорбтивних, сенсibiliзуючих якостей, вивчення хронічної дії на організм з метою встановлення порогів шкідливої дії. Особливого значення набували токсикокінетичні та метаболічні критерії оцінки токсичності ксенобіотиків, дослідження віддалених ефектів, вплив на репродуктивну функцію організму.

Для цього передбачалась постанова гострого та підгострого експериментів на теплокровних тваринах.

Результати та їх обговорення

Одноразове пероральне введення досліджених поліолів проводили з використанням діапазону доз 5,0-20,0 г/кг маси тварин, який обирався таким чином, щоб визначити дозу летальності в інтервалі ДЛ₀-ДЛ₁₀₀ [6].

Спостереження за тваринами проводили на протязі 15 діб. В першу добу введення речовин приводило тварин до збудження, яке поступово переходило в апатію. Реакція на звукові та больові подразники у тварин суттєво зменшувалась. Відмічали тяжке дихання, блідість шкірних покривів, порушення координації рухів, адинамію, бокове положення, діарею, коматозний стан, в якому гинула частина тварин. Смерть тварин спостерігали в першу добу експерименту в залежності від дози речовин. Середній час смерті тварин у всіх групах відмічався в межах від 16,4 до 24,3 годин від моменту початку гострої дії. Морфологічні дослідження органів тварин, загиблих в найближчу добу після введення поліолів, показали повнокров'я внутрішніх органів, здуття шлунку, тонкого і товстого кишечника.

Внутрішні органи піддавались патоморфологічному дослідженню. У них були виявлені такі зміни: в головному мозку - повнокров'я судин оболонки та речовини мозку, стази в капілярах, периваскулярний та перичелюлярний набряк; в серці – виражене повнокров'я, периваскулярний набряк серцевого м'язу; в легенях – помірне повнокров'я; в печінці – різке повнокров'я, вогнищева дистрофія, місцями крововиливи; в нирках – різке повнокров'я, вогнищева та зерниста дистрофія, білок в просвіті звивистих каналців, місцями крововиливи в кірковому та інтерстиціальному шарі; в шлунку, тонкому та товстому кишечнику – повнокров'я, набряк підслизистого шару, місцями некроз.

В клінічній картині гострого отруєння переважали симптоми порушення з боку центральної нервової, серцево-судинної та дихальної систем. Різноманітної видової та статевої чутливості не було встановлено.

Таким чином, поліолі у випадку одноразового перорального потрапляння в організм теплокровних тварин були здатні порушувати гемодинаміку перева-

жно в головному мозку, печінці, нирках, селезінці, серці та визвати паренхіматозну дистрофію органів.

Відомо, що вплив більшості ксенобіотиків на організм здатний призводити до інтенсифікації вільнорадикальних реакцій і реакцій перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), які супроводжуються підвищенням утворенням активних форм кисню, перекисів, гідроперекисів, які здатні надавати пошкоджуючий вплив на клітинні мембрани. В якості критеріїв, що свідчать про зміну активності процесу ПОЛ, використовували реєстрацію рівня спонтанного та індукованого надслабкого світіння – хемілюмінесценцію (ХЛ) у порівнянні з вмістом в біологічних субстратах продуктів перекисного окислення ліпідів – дієнових кон'югатів (ДК) і малонового діальдегіду (МДА). Досліджувані поліолі в дозі 1/100 ДЛ₅₀ призводили до значного підвищення вмісту ДК (в середньому на 78%) і МДА (в середньому на 126%) в сироватці крові щурів у порівнянні з контролем на 30 добу експерименту. Вивчення проникнення досліджуваних речовин через непошкоджену шкіру за допомогою хемілюмінесцентного метода показало, що інтенсивність хемілюмінесценції сироватки крові досліджуваних тварин збільшувалась, починаючи з першої години аплікації поліолів на шкірі. Це дало можливість зробити висновок про те, що речовини здатні проникати через непошкоджену шкіру експериментальних тварин. Настільки висока чутливість методу дає можливість використовувати його в токсиколого-гігієнічних дослідженнях для експрес-оцінки проникнення речовин через неушкоджену шкіру. Загибелі тварин при оцінці шкірно-резорбтивної дії поліолів не спостерігалось.

Обґрунтування особливостей біологічної дії, встановлення порогових та недіючих доз досліджуваних сполук в організмі щурів проводили в умовах підгострого експерименту. Всі досліджувані поліолі знижували відсоток приросту маси тіла, вміст гемоглобіну, еритроцитів та лейкоцитів. Відзначали зміни активності каталази, пероксидази, глюкозо-6-фосфатдегідрогенази, лактатдегідрогенази, малатдегідрогенази, креатинфосфокінази, Ca²⁺ і Mg²⁺-залежних АТФаз, лужної фосфатази, аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази, α-гідроксибутиратдегідрогенази, глутатіонпероксидази, а також вміст відновленого глутатіону, вітаміну С.

Вивчення віддалених наслідків впливу поліолів показало наявність гонадотоксичної дії, яка проявлялась в зниженні концентрації сперматозоїдів в суспензії придатка, часу рухливості, осмотичної стійкості та збільшенні кількості мертвих форм, кислотної резистентності. Морфологічна оцінка стану сперматогенного епітелію виявила зменшення індексу сперматогенезу, числа каналців з 12-ою стадією мейозу, нормальних форм сперматогоній та ріст числа каналців зі злущеним епітелієм. Речовини в дозах 1/10 та 1/100 ДЛ₅₀ надавали пригнічуючої дії на функціональний стан сперматозоїдів та сперматоненез. Доза 1/1000 ДЛ₅₀ в підгострому досліді була недіючою, тобто залишалась на рівні загальнотоксичної дії. В той же час поліолі в 1/10 та 1/100 ДЛ₅₀ не чинили впливу на кількість живих ембріонів, резорбцій, жовтих тіл вагітності, масу плацент, постімплантаційну загибель. Але ПОПП-294, та ПОПП-100 в 1/100 ДЛ₅₀ знижували масу плодів, збільшували доімплантаційну та загальну ембріональну загибель. При дослідженні ембріонів відхилень в диференціюванні органів та тканин білих щурів не виявлялось.

Вивчення мутагенної дії ПОПП на клітини червоного мозку білих щурів показало, що речовини в 1/10 та 1/100 ДЛ₅₀ суттєво підвищували відсоток клітин з хромосомними порушеннями та знижували мітотичну активність клітин. В дозі 1/1000 ДЛ₅₀ змін в рівні хромосомних аберацій та мітотичної активності клітин червоного кісткового мозку не було встановлено. Знайдені структурні ушкодження генетичного апарату знаходились на рівні загальнотоксичної дії.

Полііоли не дали позитивної реакції при внутрішньошкірній, наскірній та кон'юнктивальній сенсibiliзації у морських свинок. Реакції специфічного лізису лейкоцитів, агломерації лейкоцитів, пошкодження базofilів, поставлені *in vitro* після 24 годин після введення дозволяючої дози, були негативними. Це дало можливість судити про відсутність алергенних властивостей даної групи сполук. Симптомів проявів алергічної реакції з боку шкірних покривів, слизових та клінічної картини не відзначалося, що дало змогу виключити в даній групі полііолів наявність сенсibiliзуючих та алергізуючих властивостей.

В селезінці та лімфатичних вузлах експериментальних тварин при дії полііолів виявлялись проліферативні зміни, які характеризувались збільшенням клітин плазмоцитарного ряду. Відзначалось також збільшення зрілих клітин плазмоцитарного ряду, плазмобласти зустрічались у вигляді одиничних клітин, незрілі клітини спостерігались в дещо більшій кількості під впливом 1/100 ДЛ₅₀ полііолів. В дозі 1/1000 ДЛ₅₀ речовини не надавали суттєвого впливу на плазмоцитарну реакцію лімфатичних вузлів та селезінки.

Таким чином, досліджувана група полііолів в певних дозах впливу може змінювати імунобіологічну реактивність організму теплокровних тварин.

Вивчення стабільності полііолів показало, що їх вміст в розчинах на 30-ту добу експерименту складав 50-96% від вихідної концентрації. При цьому швидкість розпаду залежала від концентрації речовини. Висока стабільність полііолів підтверджувалась і непрямыми методами. ПОПП-294, ПОПП-504 та ПОПП-100 на рівні практичного порога за запахом та присмаком зберігали специфічний запах та присмак на протязі двох тижнів від початку постановки експерименту. Зберігалися також в цей проміжок часу і піноутворювальні властивості речовин. Все це дозволило судити про високу стабільність полііолів.

У водних розчинах якісно виявлялись вуглеводні (гексан, гептан, октан) оцтовий альдегід, ацетон, метанол, етанол, ізобутанол, метилетилкетон, етилацетат, діоксан та ін. Наявність вихідних продуктів по закінченню шести місяців експозиції також являлась прямим підтвердженням високої стабільності досліджуваних ксенобіотиків. По закінченню експерименту у водних розчинах зберігалось 60-80% від вихідної кількості речовин.

Для багатьох продуктів трансформації встановлені гігієнічні нормативи у воді водойм, атмосферному повітрі, повітрі робочої зони та ґрунті. Більшість виявлених сполук являються більш токсичними, ніж вихідні досліджувані речовини. Аналіз та гігієнічна оцінка продуктів деструкції та трансформації полііолів дозволяє говорити про їх широкий спектр біологічної дії. Вони здатні уражати органи та системи організму, являючись потенційно небезпечними в плані виникнення віддалених наслідків. Деякі продукти трансформації володіють нейротропною дією. Інші у певних кон-

центраціях, чинять вплив на органолептичні властивості води та санітарний режим водойм.

Таким чином, результати досліджень деструкції та трансформації являють великий інтерес при складанні прогнозу несприятливого впливу ксенобіотиків на санітарний стан водойм та здоров'я населення.

Висока стабільність речовин підтверджувалась і непрямыми методами. Піноутворююча здатність речовин, наприклад, з вихідною концентрацією 20,0 мг/л, зберігалась на протязі всього терміну спостереження (15 діб). При цьому на рівні практичного порогу по присмаку - гірко-в'язучий присмак водних розчинів зберігався на протязі десяти і більше діб.

Як прямі, так і непрямі методи дозволяють стверджувати, що досліджувані полііоли являються високостабільними та важко піддаються біологічному окисленню та гідролітичній деструкції. Це потребує, в свою чергу, здійснення біологічної очистки стічних вод, які містять ці хімічні речовини, а також обґрунтування випуску стічних вод у водні об'єкти. Хімічні речовини, які надходять в водойми зі стічними водами, можуть змінювати органолептичні показники води: запах, колір, прозорість, присмак, та піноутворення. Погіршення органолептичних показників питної води може негативно впливати на функціональний стан серцево-судинної, центральної нервової, дихальної та травної систем. Полііоли надають воді специфічний запах нафтопродуктів. Поріг сприйняття (інтенсивність - 1 бал) та практичний поріг (інтенсивність - 2 бали) при 20°C знаходиться на наступних рівнях: 2,5; 51,04; 23,2; та 5,0; 105,8; 35,8 мг/л відповідно для ПОПП-504, ПОПП-294, ПОПП-100.

Хлорування водних розчинів полііолів з вихідною концентрацією 5,0; 10,0; 20,0; 40,0 та 80,0 мг/л не супроводжується посиленням існуючого та проявом сторонніх запахів (дози активного хлору складали 0,5; 1,0; 2,0 мг/л). Нагрівання води до 60°C недостовірно посилює запах. Більш значимий вплив на запах води чинить ПОПП-504. Порогові концентрації по впливу на запах встановлені на рівні 5,6; 106,9 та 35,8 мг/л.

Всі сполуки надають водним розчинам гірко-в'язучий присмак. Поріг сприйняття та практичний поріг визначенні на наступних рівнях 26,3; 24,26 та 30,5; 47,32 мг/л відповідно для ПОПП-504 та ПОПП-100. ПОПП-294 в концентрації до 100,0 мг/л не впливає на присмак водних розчинів. Нагрівання водних розчинів речовин до 60°C не приводить до посилення або появи присмака води.

Досліджувані речовини не впливають на колір та прозорість води в концентраціях до 100,0 мг/л, не виявляється також і опалесценція водних розчинів. Однак слід відзначити, що при струшуванні водних розчинів полііолів з'являється мутність води за рахунок утворення дрібно- та великозернистої піни. Характер піни та її стабільність багато в чому визначається концентрацією вихідних речовин. Порогові концентрації по піноутворенню встановлені на рівнях: 0,1; 0,3 та 2,0 мг/л відповідно для ПОПП-100, ПОПП-504 та ПОПП-294.

Таким чином, досліджувана група полііолів при певних умовах здатна надавати воді специфічний запах нафтопродуктів, гірко-в'язучий присмак та викликати піноутворення. В концентраціях до 100 мг/л речовини не впливають на колір та прозорість водних розчинів. Лімітуючи органолептична ознака шкідливості – піноутворення.

При розгляді запитань негативного впливу шкідливих речовин промислових стічних вод на водойми, особлива увага приділялась впливу їх на санітарний режим. Численними дослідженнями показано, що в основі цих процесів лежать переважно біохімічні перетворення органічних речовин зв'язані з життєдіяльністю сапрофітної мікрофлори. Показниками інтенсивності процесів самоочищення водойм являються біохімічне споживання кисню, ступінь мінералізації та нітрифікації органічних сполук. Для більш повного розкриття характеру впливу ПОПП на процеси самоочищення водойм додатково досліджувалась динаміка вмісту розчиненого кисню, активна реакція води, розвиток водних організмів (мікро-водоростей, дафній, сапрофітної мікрофлори).

Найбільш суттєвий вплив на динаміку біохімічного споживання кисню в досліджених дозах чинили ПОПП-294 та ПОПП-100, які повністю приводили до зникнення кисню на п'яту добу експерименту в концентраціях 80,0 мг/л. Порогові концентрації встановлені на рівнях 20,0 мг/л для ПОПП-294 та ПОПП-100 та 40,0 мг/л для ПОПП-504. У всіх випадках концентрація 10,0 мг/л являлась недіючою.

Збільшення споживання кисню в концентраціях 20,0; 40,0 та 80,0 мг/л починалось з першої доби експерименту та досягало максимуму на п'яту добу спостереження. Досліджувані речовини не знижували швидкості цих процесів, а в залежності від дози впливу, навпаки, підвищували їх, що свідчить про біохімічне окислення органічних сполук.

Досліджувані полііоли в концентраціях 5,0; 10,0; та 20,0 мг/л не змінювали кисневий режим водойм. В великих дозах спостерігалось зниження розчиненого в воді кисню порівняно з контролем більш ніж на 20%. Більш чіткий вплив на вміст розчиненого в воді кисню надавали ПОПП-294 та ПОПП-100. Пороговими концентраціями являлись 20,0 та 40,0 мг/л відповідно для ПОПП-294 та ПОПП-504.

Відомо, що перетворення хімічних сполук у водному середовищі може змінювати активну реакцію води (рН), що в свою чергу буде сприяти погіршенню загального санітарного стану водойм. При концентраціях полііолів: 5,0; 10,0; 20,0; 40,0 та 80,0 мг/л не спостерігалось перевищення меж рН: 6,5-8,5.

Досліджувані полііоли пригнічують в залежності від концентрації в воді модельних водойм процеси мінералізації органічних речовин. Полііоли не надають впливу на динаміку накопичення аміаку у всі терміни спостереження в досліджуваних концентраціях. При вивченні процесів мінералізації другої стадії виявляється, що динаміка утворення азоту нітритів подібна з такою в контрольних водоймах. Всі речовини приводять до підвищення накопичення азоту нітратів. У більшій мірі це відзначається в модельних водоймах з концентраціями речовин 40,0 та 80,0 мг/л.

Аналіз отриманих результатів дозволяє визначити, що ПОПП-294 надає дещо більш суттєвий вплив на кінцеву стадію мінералізації органічних речовин.

Результати експериментів свідчать про те, що спостерігається як збільшення вмісту азоту нітратів, так і гальмування окислення органічних сполук, які містяться в модельних водоймах. Максимальний вміст азоту нітратів відзначається на 18-20 добу, а в контрольних водоймах – на 10-15 добу спостереження. Такі результати вказують на гальмування процесів мінералізації органічних речовин. Порогова концентрація встановлена на рівні 10,0 мг/л для всіх сполук.

Дослідження впливу речовин на водні організми (*Daphnia magna*) показало, що всі сполуки надавали токсичного впливу на цей вид найпростіших. Порогові концентрації визначені на наступних рівнях 5,0; 10,0 та 20,0 мг/л відповідно для ПОПП-294, ПОПП-100 та ПОПП-504.

В розчинах, які містили досліджувані полііоли в концентраціях до 20,0 мг/л, розвиток бактерій не відрізнявся від контролю. При концентрації 40,0 мг/л спостерігався більш інтенсивний ріст сапрофітної мікрофлори, що свідчить про стимулюючу дію речовин на розвиток мікроорганізмів. Пороговою концентрацією для всієї групи речовин являлася концентрація 20,0 мг/л.

Певні концентрації полііолів чинять несприятливий вплив на різні процеси самоочищення водойм: біохімічне споживання кисню, розчинений у воді кисень, мінералізацію органічних речовин, ріст та розмноження сапрофітної мікрофлори. Порогові концентрації встановлені на наступних рівнях: біохімічне споживання кисню – 10,0; 20,0 та 40,0 мг/л відповідно для ПОПП-294, ПОПП-100 та ПОПП-504; розчинений в воді кисень – 20,0 мг/л; процеси мінералізації – 10,0 мг/л; сапрофітна мікрофлора – 20,0 мг/л для всіх речовин.

Експериментальне вивчення впливу на органолептичні показники води та санітарний режим водойм дозволило визначити потенційну небезпеку полііолів для умов водокористування. Збіг отриманих результатів показав, що лімітуючою ознакою шкідливості в даних дослідженнях являється органолептична – піноутворення.

Висновки

Узагальнення результатів по гігієнічному нормуванню досліджуваної групи ПОПП у воді водойм показує, що:

- всі досліджувані полііоли відносяться до категорії високостабільних і в зв'язку з цим потрібний високоєфективний ступінь очистки стічних вод, які містять дані сполуки;

- полііоли в певних концентраціях можуть змінювати органолептичні властивості води, надаючи їй специфічних запах та присмак миючих засобів, а деякі з них надають вплив на прозорість та мутність;

- досліджувані сполуки володіють здатністю до піноутворення, по цьому показнику порогові концентрації складають 0,1; 0,3 та 2,0 мг/л відповідно для ПОПП-100, ПОПП-504 та ПОПП-294;

- при концентраціях більше 10,0 мг/л речовини здатні порушувати процеси природного самоочищення водойм, а саме, підвищувати біохімічне споживання кисню, знижувати вміст розчиненого в воді кисню, гальмувати процеси мінералізації органічних сполук. Порогові концентрації для всіх полііолів по впливу на дафній коливаються від 5,0 до 10,0 мг/л. В залежності від концентрації вони здатні стимулювати або пригнічувати ріст та розмноження мікрофлори. Порогові концентрації по впливу на санітарний режим водойми складають 10,0 мг/л;

- на основі параметрів гострої токсичності досліджувані речовини відносяться до малотоксичних (4 клас небезпеки);

- в клінічній картині отруєння полііолами переважають симптоми порушень з боку центральної нервової, серцево-судинної та дихальної систем. Відмінностей видової та статевої чутливості не виявлено.

Структурні зміни внутрішніх органів характеризувались дистрофічними змінами в печінці, нирках, надниркових залозах, селезінці. Всі сполуки в тій чи іншій мірі володіють шкірно-резорбтивною дією. Оцінка кумулятивних властивостей виявила, що поліолі відносяться до слабкокумулятивних сполук;

- досліджувані сполуки надають суттєвий вплив на показники крові, окисно-відновні процеси, активність оксидантно-антиоксидантної системи в організмі теплокровних тварин. Недіючою дозою в підгострому експерименті являється 1/1000 ДЛ₅₀;

- віддалені наслідки впливу поліолів проявляються на одному рівні з загальнотоксичною дією. Це речовини, які пригнічують дію на функціональний стан сперматозоїдів та сперматогенез. Ембріотоксична дія проявляється в збільшенні до- та постімплантаційної загибелі, а також загальної ембріональної загибелі. Дії поліолів на генетичний апарат не виявлено. Сенсибілізуючими властивостями речовини не володіють;

- поліолі на рівні загальнотоксичних доз проявляють інгібуючу дію на стан клітинного та гуморального імунітету;

- лімітуючий показник шкідливості для всіх сполук – органолептичний (піноутворення);

- гранично-допустимі концентрації знаходяться на рівнях: 0,1; 0,3 та 2,0 мг/л відповідно для ПОПП-100, ПОПП-504 та ПОПП-294.

Таким чином, досліджувані поліоксипропіленполіолі, являючись біологічно активними сполуками, стимулюють процеси вільнорадикального перекисного окислення ліпідів, викликаючи при цьому накопичення в організмі перекисів, гідроперекисів, вільних радикалів, дієвих кон'югатів, малонового діальдегіду. Разом з тим, в результаті мікросомального окислення даних речовин утворюються альдегіди, спирти, кетони, тобто речовини, які володіють радіоміметичними ефектами. Продукти перекисного окислення ліпідів та метаболіти біотрансформації поліолів знижують активність антиоксидантної системи, інактивують мембранні ферменти, порушують структуру мембран та стан рецепторного апарату клітини блокуючи нейрогуморальну регуляцію процесів внутрішньоклітинного метаболізму. Ці зміни приводять до порушення біоенергетичних та біосинтетичних процесів. Рідіоміметичні властивості поліолів обумовлюють розвиток в організмі вільнорадикальної патології яка являє собою концептуальну модель механізму їх біологічної дії.

Література

1. Багмут И. Ю. Изучение влияния полиоксипропиленполиолов на иммунологическую реактивность животных в подостром опыте и обоснование наиболее чувствительных показателей диагностики иммунологических нарушений / И. Ю. Багмут // Вісник проблем біології і медицини. – 2010. – № 2. – С.24–25.
2. Баренбойм Г. М. Оценка биологической опасности органических ксенобиотиков / Г. М. Баренбойм, М. А. Чиганова, А. В. Аксенов // Методы оценки соответствия. – 2011. – № 7. – С. 28–33.
3. Брянцев О. Н. Токсиколого-гигиеническая характеристика полиолов в связи с проблемой охраны водных объектов : автореф. дис. на соискание учен. степ. канд. мед. наук / О. Н. Брянцев. – Ростов-на Дону, 2006. – 24 с.
4. Влияние полиоксипропиленполиолов на метаболические процессы и функцию детоксикации / А. В. Бондарева, Л. И. Артюгина, И. Ю. Багмут // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – Вип. 3, Т. 2 (111). – С. 110-113.
5. Влияние техногенных химических загрязнителей окружающей среды на основе полипроксипропиленполиолов на генеративную функцию и генетический аппарат теплокровных животных / О. В. Зайцева, В. А. Телегин, В. И. Жуков [и др.] // Проблеми екології та медицини. – 2006. – Т. 10, № 5-6. – С. 21-24.
6. Елизарова О. Н. Определение пороговых доз промышленных ядов при пероральном введении / О. Н. Елизарова. – М. : Медицина, 1971. – 173 с.
7. Жуков В. И. Влияние полиолов на окислительно-восстановительные процессы у теплокровных животных в связи с проблемой охраны водных экосистем / В. И. Жуков, О. В. Зайцева, С. В. Павлычева // Экспериментальна і клінічна медицина. - 2008. - № 2. - С. 107-112.
8. Медико-токсикологическое изучение поверхностно-активных веществ в связи с проблемой санитарной охраны источников питьевой воды / Н. Г. Щербань, В. А. Капустник, В. В. Мясоедов [и др.] // Международный медицинский журнал. – 2013. - № 2. – С. 116-120.
9. Мокиенко А. В. Вода: к взаимосвязи гигиены и экологии / А. В. Мокиенко // Вода: гігієна та екологія. – 2013. - № 1, Т. 1. – С. 20-34.
10. Резуненко Ю. К. Особенности биологической дії поліолів на основі етилен і пропіленгліколю за умов підгострого експерименту / Ю. К. Резуненко // Довкілля та здоров'я. – 2012. - № 2. – С. 9-12.
11. Сиренко Е. В. Влияние новых групп полиолов на санитарный режим водоемов и эстетические показатели воды / Е. В. Сиренко // Экология и промышленность. - 2006. - № 1. - С. 39-43.
12. Antirritant properties of polyols and aminoacids / С. Korponyai, R. K. Kovács, G. Erős [et al.] // Dermatitis. – 2011. - Vol. 22. - P. 141-146.
13. Effect of polyols P-5003-AC, P-373-2-20, P-294-2-35 on the sanitary regime of water reservoirs and organoleptic properties of water in connection with the water reservoirs protection / V. Zhukov, O. Zaytseva, Y. K. Rezunencko // Am. J. Clin. Exp. Med. – 2013. – Vol. 1, № 1. – P. 16-19.
14. Kumar V. Effect of polyols on polyethylene glycol (PEG)-induced precipitation of proteins: Impact on solubility, stability and conformation / V. Kumar, V. K. Sharma, D. S. Kalonia // Int. J. Pharm. – 2009. – Vol. 366, № 1-2. – P. 38-43.
15. Politi R. The impact of polyols on water structure in solution: a computational study / R. Politi, L. Sapir, D. Harries // J. Phys. Chem. A. – 2009. – Vol. 113, № 26. – P. 7548-7555.