УДК 581.5:661.185.1

БІОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ ПОВЕРХНЕВО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ЖИВИЙ ОРГАНІЗМ

О. С. ГРАБОВСЬКА[1], С. С. ГРАБОВСЬКИЙ[2], В. В. КАПЛІНСЬКИЙ[1], О. Р. ДЛЯБОГА[3], Р. Р. ОЛЕНИЧ[4]

[1]Інститут біології тварин УААН,
[2]Львівська національна академія ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького,
[3]Інститут землеробства і тваринництва західного регіону УААН
[4]Львівський національний університет «Львівська політехніка»

У статті узагальнені дані літератури та результати власних досліджень про вміст поверхнево активних речовин (ПАР) у навколишньому середовищі та організмі тварин. Наведені дані про класифікацію, хімічну структуру, фізико-хімічні властивості та вплив ПАР на організм тварин, людини і життєдіяльність мікроорганізмів.

Ключові слова: ПОВЕРХНЕВО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ, АНІОННІ, КАТІОННІ, НЕІОНОГЕННІ, ФІТО-ПАР, ДЕТЕРГЕНТИ, МІЦЕЛИ, ГІДРОФІЛЬНА І ГІДРОФОБНА ЧАСТИНА, СИНТЕТИЧНІ МИЙНІ ЗАСОБИ.

Поверхнево активні речовини (ПАР) широко застосовуються у господарській діяльності та побуті як мийні засоби, антикорозійні речовини, емульгатори і суспензатори пестицидів, у виробництві мінеральних добрив і кормових добавок, компонентів лікарських препаратів і косметики. Екологічні аспекти використання ПАР поширюються і на очищення водної поверхні — від нафти і нафтопродуктів та повітря — у шахтах. Практично все населення планети контактує з ПАР, кількість яких у навколишньому середовищі зростає з кожним роком [1]. Інтенсивне використання синтетичних ПАР спричинює забруднення, які можна порівняти із забрудненням нафтою Світового Океану і пестицидами — ґрунту і води, тобто проблема запобігання забруднення навколишнього середовища детергентами має глобальний характер [2].

Крім синтетичних, відомі ПАР біологічної природи, які утворюються в живих організмах і приймають активну участь у їх функціонуванні. Визначення вмісту біоПАР, вивчення взаємодії людини і тварин з синтетичними і рослинними ПАР навколишнього середовища, має важливе теоретичне і практичне значення для сучасної гігієни, екологічної біохімії і фізіології.

Що таке ПАР? Якщо торкнутися загостреним кінцем мила поверхні води збоку від сірника, який плаває у склянці з водою, сірник починає рухатися від мила, тобто в бік від більшої сили поверхневого натягу, тому, що поверхневий натяг чистої води вищий, ніж мильної. Поверхневий шар дистильованої води перебуває у напруженому стані, як пружна плівка. При додаванні мила поверхневий натяг води зменшується, при цьому посилюються її мийні властивості. Мило — це ПАР, яка здатна зменшувати поверхневий натяг води на межі поділу фаз і збільшувати змочування твердої поверхні [3].

Милами називають солі вищих жирних кислот, найбільш практичне значення серед яких мають мила, виготовлені на основі вищих насичених кислот, особливо пальмітинової і стеаринової. Натрієві мила — тверді, калієві — рідкі [4].

Чому мило миє? Мило — це натрієва сіль стеаринової кислоти, тобто стеарат натрію ($C_{17}H_{35}COONa$). Молекула стеарату натрію, як і молекули інших синтетичних мийних засобів (СМЗ) мають довгий неполярний вуглеводневий радикал і невелику полярну частину. Мило гідролізується: $C_{17}H_{35}COONa + HOH = C_{17}H_{35}COOH + NaOH$, тому ним не можна прати вовну і натуральний шовк, оскільки білок, з якого складаються ці волокна, згортається і тканина ущільнюється — «сідає». Вкрита молекулами ПАР частинка бруду відділяється від поверхні тканини та у вигляді емульсії або суспензії переходить у розчин. Мила, потрапляючи в річку чи озеро, швидко розкладаються, тому що містять нерозгалужені

вуглеводневі ланцюги, які руйнуються бактеріями. Розчини деяких синтетичних ПАР не руйнуються, оскільки містять алкілсульфати або алкіл(арил)сульфонати з розгалуженими або ароматичними вуглеводневими ланцюгами. Мікроорганізми не можуть засвоїти такі сполуки. Отже, при створенні нових ПАР необхідно враховувати не тільки їх ефективність, але й здатність до розщеплення мікроорганізмами [5, 6].

Молекули ПАР на граничній поверхні розташовуються так, що гідрофільні групи направлені у воду, а гідрофобні виштовхуються на поверхню. Така водна поверхня має менший поверхневий натяг, що сприяє швидкому і повному змочуванню забруднених поверхонь. При зменшенні поверхні натягу води, збільшується її змочувальна властивість. Висока мийна здатність ПАР пояснюється тим, що їх молекули оточують гідрофобні частинки забруднень, створюють зовнішній гідрофільний шар, відривають від поверхні ті частинки, які переходять у стан емульсії або суспензії. Детергенти стабілізують ці завислі частинки перешкоджаючи їх зворотному осіданню на відмиту поверхню. Емульгуючі властивості мийних речовин пов'язані із наявністю у їх молекулах як гідрофільних, так і ліпофільних груп. Вуглецевий ланцюг — ліпофільна, а карбоксилат-іон — полярна гідрофільна частина молекули. При додаванні мийного засобу до води карбоксилат-іони «розчиняються», а вуглецевий ланцюг — ні. У результаті утворюється мономолекулярний поверхневий шар, який зменшує поверхневий натяг води. При митті забрудненої тканини молекули мийного засобу оточують краплі жиру, так, що ліпофільні групи виявляються «розчиненими» у ліпідах, а гідрофільні — у воді, утворюючи міцелу. Поверхні всіх міцел заряджені негативно, тому не злипаються [7, 8].

На нашому ринку більшість мийних засобів містять триполіфосфат натрію, який після застосування потрапляє безпосередньо у стічні води, ґрунт, річки та озера. Триполіфосфат накопичується, а потім починає діяти як добриво. Існує термін — «еутрофія», що в перекладі з давньогрецького означає «добре харчування», яке викликає бурхливе «цвітіння», а потім — неминуче «старіння» водойми. У місцях накопичення цієї шкідливої речовини на поверхні води спостерігається «урожай» синьо-зелених водоростей, які розмножуються надзвичайно швидко: один грам триполіфосфату натрію стимулює утворення 5–10 кг водоростей! Населення України становить 47 млн. Якщо підрахувати, що на кожну людину витрачається в рік 5 кг мийних засобів, то протягом року у воду потрапляє 115 тисяч тонн триполіфосфату, що потенційно могло б забезпечити ріст одного трильйона водоростей! Від екологічної катастрофи країну врятує тільки недостатня для росту і розвитку водоростей кількість світла і тепла в осінньо-зимовий період [9, 10].

Ще у 1822 р. М. Шеврель встановив, що жири розкладаються з утворенням гліцерину і карбонових кислот. Пізніше, у 1854 р., М. Бертло синтезував жир із гліцерину і карбонових кислот. За походженням жири поділяють на рослинні і тваринні [11]. За агрегатним станом жири бувають рідкі — рослинні олії та тверді — тваринні жири. Виключенням є, наприклад, кокосова олія (тверда) і риб'ячий жир (рідкий). В організмі жири гідролізуються, внаслідок чого утворюються карбонові кислоти і гліцерин, а потім з них — властиві даному живому організму жири. До складу рідких жирів входять ненасичені карбонові кислоти: олеїнова ($C_{17}H_{33}COOH$), лінолева ($C_{17}H_{31}COOH$), ліноленова ($C_{17}H_{29}COOH$). До складу твердих жирів входять залишки насичених карбонових кислот: стеаринової ($C_{17}H_{35}COOH$) і пальмітинової ($C_{15}H_{31}COOH$) [3].

Класифікація, структура і фізико-хімічні властивості поверхнево активних речовин

ПАР — речовини з асиметричною молекулярною структурою, молекули яких містять одну або декілька гідрофільних груп, один або декілька гідрофобних радикалів. Дифільна структура зумовлює поверхневу (адсорбційну) активність ПАР, тобто здатність концентруватися на міжфазних поверхнях (рідина—газ, рідина—рідина або рідина—тверда речовина). ПАР — речовини, молекули яких із справжнього або колоїдного розчину здатні концентруватися на границі розподілу фаз із зниженням вільної енергії поверхневого натягу [3, 11].

Відомі на сьогоднішній день ПАР — дві великі групи сполук: біологічного походження та синтетичні. Перші утворюються в живих організмах, беруть участь у різних функціях клітини та організму в цілому. Це ліпіди, фосфоліпіди, жирні кислоти та їх солі, біологічно активні речовини (простагландини, стероїдні гормони, цереброзиди). Ендогенні біологічні ПАР — ПАР травного каналу (жовч та її компоненти), шкіри, слизових оболонок, сурфактант легень. Інші — синтетичні ПАР (детергенти) — група хімічних сполук, здатних вибірково адсорбуватися на межах розподілу фаз і знижувати поверхневий натяг рідин. При наявності такої речовини в розчині її молекули виходять на поверхню розчину або на поверхню будь-якого, зануреного у цей розчин, тіла. Поверхнева концентрація молекул ПАР стає на декілька порядків вищою, ніж концентрація їх в об'ємі [12].

Поверхнево активні властивості проявляються тому, що ПАР є полярною сполукою, яка складається з гідрофільної та гідрофобної частин. Гідрофільною частиною у ПАР служать групи COO^-, SO_3^-, скупчення гідрофільних залишків з групами CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2 або групи, які містять азот. Гідрофобна частина найчастіше складається з парафінового ланцюга, бензольного або нафталінового кільця з алкільними радикалами. Найпоширеніші сполуки — в яких один кінець молекули є гідрофільним, а другий — гідрофобним. Гідрофільна частина сприяє розчиненню молекул ПАР у воді, а гідрофобна — у ліпідах. У системі рідина—газ молекули ПАР орієнтуються гідрофільною частиною у напрямку до рідини, гідрофобною — до газу. У системі рідина—рідина гідрофобні частини молекули напрямлені у бік менш полярної рідини, що приводить до зниження поверхневого натягу та утворення емульсій. У системі рідина—тверде тіло гідрофобна частина молекули орієнтується переважно в напрямку до твердого тіла [13].

У залежності від структури гідрофобної частини молекули, здатності до дисоціації у водних розчинах, а також від типу іонів детергенти поділяються на чотири класи: аніонні, катіонні, амфотерні (амфолітні), неіоногенні. Аніонні ПАР (АПАР) у розчинах утворюють негативно заряджені органічні частини — аніони, катіонні ПАР (КПАР) — позитивно заряджені — катіони, амфотерні ПАР у кислому розчині мають катіонні, а в основному — аніонні властивості. Неіоногенні ПАР (НПАР) у воді не утворюють іонів, їх розчинність зумовлена функціональними групами, спорідненими з водою, вони мають водневі зв'язки між окремими молекулами та атомами кисню.

ПАР поділяються на пасти, рідини, порошки або тверді милоподібні продукти білого або жовтуватого кольору з певним ароматом, які порівняно добре розчиняються у воді, утворюють у певних концентраціях велику кількість піни.

Із основною фізичною властивістю детергентів (поверхневою активністю) пов'язаний цілий ряд ефектів: здатність до піноутворення, адсорбція на поверхнях, емульгування, солюбілізація погано розчинних у воді речовин. Специфічною властивістю ПАР є солюбілізація — колоїдне розчинення і зворотне проникнення будь-якої низькомолекулярної речовини (солюбілізата), слабо розчинної у даному рідкому середовищі, у середину міцел ПАР, які є в цій рідині. Оскільки поверхневу активність проявляють не тільки міцелоутворювальні ПАР, але й інші сполуки, які адсорбуються на межі фаз, наприклад, етиловий спирт, то на цій основі всі ПАР можна розділити на два класи: 1) міцелярно-розчинні (колоїдні); 2) молекулярно-розчинні (неколоїдні) [14].

Дія поверхнево активних речовин на мікроорганізми

У стінці бактерій є сполуки, які мають амфіфільні властивості, тобто, є можливими мішенями для дії ПАР. Взаємодію ПАР з поверхнею бактеріальної клітини можна розділити на такі етапи:

— адсорбція ПАР на ділянках, де є найбільша її спорідненість з амфіфільними фрагментами клітинної стінки; взаємодія молекул (міцел) ПАР з білками з утворенням пори, що приводить до суттєвих структурних змін стінки бактеріальної клітини, а відтак, порушується її проникність і, як наслідок, — зменшення цитоплазми клітини;

— солюбілізуюча здатність ПАР внаслідок часткової дезінтеграції мікробної стінки, яка дозволяє молекулам детергенту проникати глибше у клітину і безпосередньо контактувати з цитоплазматичною мембраною;

— заключна фаза дії ПАР — втрата цитоплазми клітини, що виявлено електронною мікроскопією.

На основі біохімічних досліджень встановлено, що механізм дії ПАР на ізольовані клітинні стінки різних грам-негативних бактерій полягає у взаємодії детергенту з ліпідами, ліпопротеїнами і ліпополісахаридними фрагментами мікробної стінки.

Кількість ПАР на поверхні бактеріальної клітини зумовлена гідрофобними ділянками, з якими взаємодіє алкільна частина молекули ПАР. Молекули ПАР можуть атакувати клітини мікроорганізмів через пори у стінці в залежності від співвідношення розміру міцел ПАР та пор. НПАР утворюють у водному середовищі міцели, величина яких набагато більша, ніж у міцел, утворених іоногенними ПАР з вуглецевим ланцюгом такої ж довжини. ПАР здатні взаємодіяти з різними компонентами клітинної стінки бактерій: білками, ліпідами, ліпопротеїнами, ліпополісахаридами. ПАР — унікальний інструмент для витягання білків із бактеріальних мембран.

Не менш важливим аспектом дії ПАР на мікроорганізми є їх вплив на обмін речовин. За порушенням цілісності клітинних структур у результаті взаємодії з детергентами відбуваються зміни на таких ключових ділянках обміну речовин у клітині мікроорганізмів, як транспорт і біосинтез, реакція окисне фосфорилювання, фотосинтез. ПАР не включаються у ферментні системи, а підвищують проникність мембран бактеріальної клітини. ПАР виступають як своєрідні регулятори обміну речовин у мікроорганізмів і впливають на їх ріст і розвиток [15].

Вплив поверхнево активних речовин на організм тварин і людини

Ефективне використання ПАР-вмісних біорегуляторів можливе при умові встановлення механізму їх дії на різних рівнях (молекулярному та системному). Актуальність цієї проблеми посилюється внаслідок виявлення ендогенних ПАР у живих системах, що в свою чергу ставить питання про взаємодію екзогенних (синтетичних і природних (фіто-ПАР, мікробні ПАР) та ендогенних (біогенних) ПАР [16].

Дослідження вмісту ПАР в організмі жуйних тварин показали, що: по-перше, значна кількість ПАР потрапляє в організм у складі кормів; по-друге, велика кількість як аніонних, так і неіоногенних ПАР синтезуються в організмі тварин; по-третє, мікрофлора рубця чутлива до дії ПАР [17, 18].

Встановлено, що найвищий вміст (мг/кг) аніонних ПАР (АПАР) у 3-, 6-, 12-, 18-місячних бичків характерний для спинного мозку, півкуль головного мозку, печінки і нирок. У шлунково-кишковому тракті найвищий рівень АПАР виявлено в слизовій оболонці рубця, книжки і сітки 12-місячних бичків, тоді як у 18-місячних тварин цей показник значно нижчий. Вміст неіоногенних ПАР (НПАР) найвищий у підшлунковій залозі у бичків від 3- до 18-місячного віку. Значною насиченістю НПАР характеризується слизова 12-палої кишки, особливо, у тварин 12- та 18-місячного віку. Велика кількість їх є в навколовушній залозі, слизових оболонках і слизових нашаруваннях тонкого і товстого відділів кишечнику. Органи і тканини з високим (головний і спинний мозок, наднирники) та середнім (печінка, нирки, селезінка, легені) вмістом фосфоліпідів мають, відповідно, високий та низький вміст ПАР [16]. Найнижчий рівень НПАР виявлений у слизовій оболонці рубця, сітки і книжки. Архітектоніка АПАР та НПАР в організмі бичків та особливості їх вікової динаміки пов’язані зі ступенем функціональної участі окремих органів і тканин у фізико-хімічних процесах, що лежать в основі засвоєння поживних речовин, зокрема, міцелоутворенні. Слід враховувати й те, що більшість ліпідних компонентів, особливо мембранних структур, володіють значною поверхневою активністю, а найбільш досліджений поверхнево активний комплекс легень на 80 % складається з фосфоліпідів [18, 19]. Зокрема ПАР, які синтезуються в організмі, беруть участь у побудові мембран і в саморегуляції обмінних процесів, транспорті метаболітів. Змінюючи властивості біологічних мембран, їх електричний заряд і

проникність, ПАР можуть впливати на функціональний стан залоз внутрішньої секреції (наднирники, підшлункова залоза) [19].

При вивченні динаміки синтезу ліпідів при використанні як попередника ліпідів [C_{14}]-ацетату встановлено, що ПАР посилюють синтез ліпідів у печінці. Підвищений вміст ПАР та їх метаболітів в організмі тварин порушує обмін ліпідів [8].

Окремі ПАР мають подразнювальні властивості, особливо ПАР з алкільним ланцюгом C_{12}. Доведена залежність подразнювальної дії детергентів від хімічної будови і технології виробництва. Виділено дві основні групи АПАР, що відрізняються за хімічним складом і мають подразнювальну дію: 1) алкілсульфати; 2) алкіл- і алкіларил-сульфонати. Подразнювальний вплив алкілсульфатів на шкіру тварини зростає із зменшенням молекулярної маси детергентів. Шкідливий вплив ПАР залежить від виробничих, технологічних процесів, якості сировинних матеріалів. Деякі катіонні речовини викликають різко виражені дерматити, зміни у поведінці тварин. АПАР за утворенням дерматитів, а також за часом відновлювального періоду займають проміжне положення. У більшості випадків 2 % водні розчини АПАР подразнювальної дії не мають. НПАР у концентрації більшій, ніж 10 % подразнюють шкіру тварин. Відомо, що при контакті рук людини з водними розчинами деяких мийних засобів і детергентів спостерігається зниження кількості загальних ліпідів, амінокислот і зміна pH шкіри. Виявлена негативна кореляція між зниженням активності ферментів шкіри при дії ПАР і обезводненням шкіри [20].

Механізм сенсибілізуючої дії мийних препаратів на основі ПАР можна представити таким чином: детергенти взаємодіють з ліпідно-білковими мембранами клітин органів і тканин і викликають зміни структури і функції клітин. Вплив детергентів на морфологічну структуру мембрани супроводжується зміною її ферментативної активності. Змінений білок або комплекс «хімічна сполука — білок» сприймається імунною системою як чужорідний і проти нього виробляються антитіла [21, 22].

Доведено, що тканини печінки на тривалий час затримують АПАР, які входять до складу синтетичних мийних засобів. Компоненти мийних препаратів, які містять натрій і фосфор, печінкою не затримуються. СМЗ пригнічують жовчотворну функцію печінки. Дія мийних засобів на клітини печінки характеризується різким збільшенням проникності клітинних мембран [23].

АПАР і НПАР змінюють електропровідність клітин слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, а тим самим, і проникність мембран клітин. Механізмом цього явища може бути специфічна взаємодія детергентів з ліпідними компонентами мембран, що зумовлено схожістю їх будови (іонні ПАР мають полярні групи і ліпофільні вуглецеві ланцюги, подібні до вуглецевих радикалів молекул жирів). Очевидно, АПАР, які мають полярні групи, подібніші до ліпоїдних компонентів мембран, ніж НПАР, у яких вони відсутні [17, 19, 28]. Це підтверджується численними дослідженнями впливу ПАР на рівень холестеролу в крові тварин. Холестерол — важливий компонент мембран, який впливає на їх проникність. АПАР значно більше підвищують рівень холестеролу в крові тварин, ніж НПАР. Катіонні ПАР (КПАР) токсичніші від аніонних. Деякі похідні первинних, вторинних, третинних амінів є токсичними і діють на центральну нервову систему: низькі дози (10^{-7}–10^{-4} г/мл) деяких ПАР активують нервово-м’язову передачу імпульсу, а високі (10^{-3} г/мл) — інгібують її [21].

Гіперхолестеринемія у тварин — показник несприятливої дії детергентів на організм. Надходження їх в організм тварин може впливати на серцево-судинну систему. ПАР у тварин знижують активність підшлункової залози і фільтрувальну здатність нирок, змінюють активність ферментів крові (каталази, пероксидази, аланінамінотрансферази та ін.), впливають на вміст сульфгідрильних груп у сироватці крові [14, 24].

Деякі автори дотримуються думки, що незалежно від способу дії ПАР існують загальні властивості їх впливу на обмін речовин в організмі: підвищення концентрації холестеролу в плазмі крові, вплив на процеси трансамінування, зміни активності холінестерази крові. Алергічний ефект дії ПАР зменшується у наступному порядку: КПАР, АПАР, НПАР [25, 26].

При вивченні комбінованої дії ПАР і хімічних речовин встановлено загальну закономірність — фазовість у впливі детергентів на всмоктування різних сполук у кишечнику тварин. На думку авторів, швидке і значне надходження з кишечника у кров та органи, а також швидше виведення з них різних речовин під впливом ПАР, пояснюється підвищеною проникністю біологічних мембран для ПАР і супутніх сполук, для яких ПАР можуть бути так званим транспортним засобом — «буксиром» [7].

ПАР — один із найпоширеніших чинників навколишнього середовища, які при взаємодії з іншими хімічними сполуками, впливають на його якісний стан і створюють загрозу порушення екологічної рівноваги у біосфері [25].

Гігієнічна характеристика поверхнево активних речовин

Науково-технічний прогрес характеризується не тільки видатними досягненнями, але й виникненням цілого ряду проблем у зв'язку із забрудненням навколишнього середовища. Природно, що широке застосування детергентів не може не впливати на зовнішнє середовище і перш за все на водоймища [31]. Не дивлячись на методи очистки від ПАР: адсорбція, коагуляція, озонування, переведення ПАР у піну з подальшим її видаленням, значна кількість ПАР потрапляє у зовнішнє середовище. При проникненні ПАР у ґрунт не виключена ймовірність їх міграції у підземні і поверхневі води, транслокація в рослини, а також поступлення в організм тварин [25]. Детергенти повинні відповідати наступним гігієнічним вимогам: не проявляти токсичну, алергенну, мутагенну, ембріотоксичну і канцерогенну дію на організм тварин і людини, і не накопичуватися у ньому [2].

ПАР сприяють інтенсивнішій міграції і транслокації хімічних забруднювачів (важких металів, мінеральних добрив, пестицидів), впливають на токсичність інших хімічних сполук, мають сенсибілізуючі властивості, спільно з іншими хімічними речовинами навколишнього середовища можуть змінювати імунобіологічний статус організму людини. Тому проблема вивчення можливої несприятливої дії ПАР на організм набуває особливої актуальності і має важливе значення для гігієнічної регламентації даного чинника в об'єктах навколишнього середовища [25, 29].

Із аніонних ПАР токсичність вища у сполук, які мають ароматичне кільце, у порівнянні з речовинами, в яких гідрофобна частина молекули представлена жирними кислотами. Виражену гемолітичну дію виявляють аніонні сполуки на рівні смертельних доз. Алкілсульфати є активнішими гемолітичними агентами, ніж четвертинні амонієві сполуки. Гемоліз, викликаний ПАР, затримується у присутності холестеролу, фосфоліпідів сироватки або плазми крові [27].

Неіоногенні ПАР часто мають нижчу токсичність, ніж аніонні. У цих сполуках із збільшенням числа оксиетиленових груп від 10 до 20 токсичність знижується. Для гігієнічної характеристики детергентів велике значення має вивчення їх кумулятивних властивостей. Згідно з літературними даними більшість АПАР (сульфонол хлорний, сульфонол НП-1, алкілсульфонати та ін.) кумулятивних властивостей не мають. У деяких НПАР (синтанол ДС-10, альфанол-8) кумулятивні властивості виражені більше, ніж у АПАР. НПАР на основі різних первинних жирних спиртів у фракції C_{16}-C_{18} з різним ступенем оксиетилювання мають помірні кумулятивні властивості [7, 18].

Заключення

Поверхнево активні речовини — низько токсичні для тварин і людини речовини, які у високих дозах здатні проявляти інактивуючий або стимулюючий ефект на ферментні системи, порушувати обмінні процеси в організмі. ПАР найбільше впливають на печінку, шлунково-кишковий тракт, нирки, нервову систему. Детергенти можуть проявляти сенсибілізуючу дію і викликати в організмі розвиток складного комплексу імунних реакцій. Окремі представники аніонних, катіонних, неіоногенних ПАР мають канцерогенні, ембріонтоксичні, тератогенні властивості, які встановлено у дослідах на тваринах.

O. S. Hrabovska, S. S. Hrabovskyy, V. V. Kaplinskyy, O. R. Dlyaboha, R. R. Olenych

BIOLOGICAL INFLUENCE OF SUPERFICIALLY-ACTIVE SUBSTANCES ON THE LIVING ORGANIZM

S u m m a r y

The data taken from literature and own investigation results about contents of superficially-active substances in the environment has been introduced in the article. The hygienic characteristic, classification, chemical structure, physical and chemical properties and influence of these substances on the animal and man organisms and microorganism vital activity have been obtained.

The Institute of Animal Biology of the Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
S. Z. Gzhytskyy National Academy of Veterinary Medicine
The Institute of Agriculture and Animal Breeding of Western Regione of the Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Lviv National Polytechnic University

1. *Березовский В. А.* Сурфактанты легкого в норме и патологии // Биологическая роль и механизмы действия ПАВ. – К.: Наукова думка. – 1983. – С. 5–19.
2. *Волощенко О. И., Мудрый И. В.* Гигиеническое значение ПАВ // К.: Здоровье, 1991. – 145 с.
3. *Ластухін Ю. О.* Хімія природних органічних сполук: Навч. посібник. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка» (Інформаційно-видавничий центр «ІНТЕЛЕКТ+» Інституту післядипломної освіти), «Інтелект-Захід», 2005. – 560 с.
4. Органічна хімія: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л. Д. Бобівник, В.М. Руденко, Г. О. Лезенко.– К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005.– 544 с.
5. *Абрамзон А. А.* Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества. – Л., 1984. – 173 с.
6. *Амбрамзон А. А., Зайченко Л. П.* Поверхностно-активные вещества: синтез, анализ, свойства, применение. – Л.: Химия, 1988. – 200 с.
7. *Можаев Е. А., Литвинов Н. Н.* Совместное действие на организм ПАВ и других химических веществ // Гигиена и санитария. – 1972. – № 4. – С. 26–28.
8. *Можаев Е. А., Юрасова О. И., Чарнев О. Г.* Влияние ПАВ на метаболизм липидов у белых крыс // Гигиена и санитария. – 1986. – № 5. – С. 85.
9. *Войтенко А. М., Лебедева Т. М., Кац Б. М.* Обеззараживание водопроводной воды с помощью УФ-излучения // Материалы международной научно-практической конференции «Вода и здоровье — 98». – Одесса. – С. 37–41.
10. *Запольский А. К., Баран А. К.* Коагулянты и флокулянты в процессе очистки воды: Свойства, получение, применение. – Л.: Химия, 1987. – 284 с.
11. *Ластухін Ю. О., Воронов С. А.* Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів: Центр Європи, 2001.– 864 с.
12. *Абрамзон А. А.* Поверхностно-активные вещества: свойства и применение. – Л.: Химия, 1981. – 304 с.
13. *Абрамзон А. А.* Поверхностно-активные вещества и сырье для их производства. – М., 1989. – 306 с.
14. *Можаев Е. А.* Загрязнение водоемов поверхностно-активными веществами. – М.: Медицина, 1976. – 96 с.
15. *Елисеев С. А., Снежко М. А., Шульга А. Н.* О механизме действия поверхностно-активных веществ на бактериальные клетки // МГУ. Биол. фак. – М. – 1984. – С. 4–10.
16. *Гамкало З. Г., Лема І. Т., Длябога О. Р.* та ін. Динаміка аніонних і неіоногенних поверхнево активних речовин (ПАР) в організмі биків // Книга наукових статей «Актуальні проблеми медицини, біології, ветеринарії і сільського господарства». – Львів, 1997. – С. 93–95.
17. *Алиев А. А.* Липидный обмен и продуктивность жвачных животных. – Москва: Колос, 1980. – 356 с.

18. *Елисеев С. А., Кучер Р. В.* Поверхностно-активные вещества и биотехнология. – Киев: Наукова думка, 1991. – 113 с.
19. *Богач П. Г., Курский М. Д., Кучеренко Н. Е.* Структура и функции биологических мембран. – К.: Наукова думка, Вища школа, 1981. – 361 с.
20. *Митрофанов Н. Г., Маркова З. С.* К вопросу о модификации методов определения проницаемости анионактивных ПАВ через кожу // Новые методы гигиенического контроля за применением полимеров в народном хозяйстве. – К.: МЗСССР. – 1981. – С. 262–264.
21. *Байдан Л. В.* Исследование механизма действия некоторых ПАВ на нервно-мышечную передачу возбуждения // Нейрофизиология. – 1976. – № 3. – С. 315–320.
22. *Юсфина Э., Леонтьева З.* Физиологическая роль ПАВ // Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума. – Черновцы. – 1975. – С. 120–122.
23. *Волощенко О. И., Мудрый И. В.* Влияние синтетических детергентов на уровень эндогенных поверхностно-активных веществ // Гигиена и санитария. – 1987. – № 1. – С. 14–15.
24. *Трикуленко В. И.* Биохимическое действие ряда новых детергентов и уровень их безвредности при поступлении в водоемы // Гигиена и санитария. – 1986. – № 11. – С. 54–57.
25. *Волощенко О. И., Мудрый И. В.* Поверхностно-активные вещества в окружающей среде и здоровье человека: Обзор // Гигиена и санитария. – 1988. – № 11. – С. 58–61.
26. *Ганиткевич Я. В.* Влияние поверхностно-активных веществ на физиологические поверхностные явления в животном организме // Труды VII Международного конгресса по поверхностно-активным веществам. – М., 1978. – Т. 4. – С. 206–217.
27. *Измайлова В. Н., Ямпольская Г. П., Сумм Б. Д.* Поверхностные явления в белковых системах. – М.: Химия, 1988. – 240 с.
28. *Харив И. И.* Исследование липидного состава сурфактанта легкого у крупного рогатого скота: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. – Львов, 1992. – 18 с.
29. *Мудрый И. В., Голенкова Л. Г., Раецкая Е. В.* Определение реальной нагрузки поверхностно-активных веществ на организм и ее гигиеническое значение // Гигиена окружающей среды. – К.: КНИИОКГ, 1989. – С. 87–88.
30. *Мудрый И. В., Голенкова Л. Г.* Определение анионных синтетических поверхностно-активных веществ в почве // Информационное письмо. – К., 1993. – 2 с.
31. *Лурье Ю. Ю.* Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 447 с.