

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-9067-2025-30-3>

УДК 615.28:547.233.4:613.155:613.6.01

АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДИДЕЦИЛДИМЕТИЛАМОНІЙ ХЛОРИДУ В ПОВІТРІ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Кузьмінов Б.П., Зазуляк Т.С., Кузьмінов О.Б., Лотоцька-Дудик У.Б., Генік І.Д.

ДНП «Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького», Львів, Україна

Анотація. Дидецилдиметиламоній хлорид – четвертинна амонієва сполука четвертого покоління, яка належить до групи катіонних поверхнево-активних речовин. Вони порушують міжмолекулярні взаємодії та дисоціацію ліпідних бішарів. Ця хімічна речовина має кілька біоцидних застосувань: мікробіостатичний дезінфікуючий препарат для профілактики цвілі, захисту деревини, знищення водоростей, фітопатогенних грибів і бактерій; активний діючий інгредієнт великої кількості дезінфекційних засобів, зареєстрованих в Агентстві з охорони навколишнього середовища США (USEPA) і маркованих як інактивуючі віруси пташиного грипу типу А на твердих поверхнях.

Дидецилдиметиламоній хлорид використовується в гінекології, хірургії, офтальмології, педіатрії, а також для стерилізації хірургічних інструментів, ендоскопів і дезінфекції поверхонь.

В умовах виробництва й застосування дидецилдиметиламоній хлорид може потрапляти в організм працюючих при вдиханні або через контакт зі шкірою, що вимагає обґрунтування гранично допустимої концентрації (ГДК) у повітрі виробничих приміщень.

Мета роботи. Аналіз літературних даних стосовно токсичності й характеру біологічної дії на організм дидецилдиметиламонію хлориду й обґрунтування ГДК у повітрі виробничих приміщень.

Аналізом літературних даних встановлено, що дидецилдиметиламонію хлорид за параметрами гострої токсичності при одноразовому внутрішньошлунковому введенні належить до помірно небезпечних речовин (3 клас небезпечності), при однократному інгаляційному впливі – до високо небезпечних речовин (1 клас небезпечності), при однократному нанесенні на шкіру – до малонебезпечних речовин (4 клас небезпечності), володіє резорбтивно-токсичною дією при нанесенні на шкіру, слабкими кумулятивними властивостями, проявляє подразнювальну дію при попаданні на шкіру та слизові оболонки, не викликає сенсibilізацію організму.

Мутагенний, канцерогенний, ембріотоксичний, тератогенний ефекти й токсична дія на репродуктивну функцію не є лімітуючими критеріями шкідливості дидецилдиметиламонію хлориду.

ГДК дидецилдиметиламонію хлориду в повітрі виробничих приміщень $0,1 \text{ мг/м}^3$, аерозоль, 1 клас небезпечності, позначка + – потребує спеціального захисту шкіри й очей.

Ключові слова: дидецилдиметиламонію хлорид, параметри токсичності, гранично допустима концентрація, повітря виробничих приміщень.

Вступ. Дидецилдиметиламоній хлорид – четвертинна амонієва сполука четвертого покоління, яка належить до групи катіонних поверхнево-активних речовин. Вони порушують міжмолекулярні взаємодії та дисоціацію ліпідних бішарів. Ця хімічна речовина має кілька біоцидних застосувань: мікробіостатичний дезінфікуючий препарат для профілактики цвілі, захисту деревини, знищення водоростей, фітопатогенних грибів і бактерій; активний діючий інгредієнт великої кількості дезінфекційних засобів, зареєстрованих в Агентстві з охорони навколишнього середовища США (USEPA) і маркованих як інактивуючі віруси пташиного грипу типу А на твердих поверхнях [4].

Дидецилдиметиламоній хлорид використовується в гінекології, хірургії, офтальмології, педіатрії, а також для стерилізації хірургічних інструментів, ендоскопів і дезінфекції поверхонь [3].

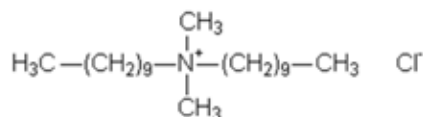
В умовах виробництва й застосування дидецилдиметиламоній хлорид може потрапляти в організм працівників при вдиханні або через контакт зі шкірою. Найімовірнішим шляхом надходження є вдихання. Тиск пари дидецилдиметиламонію хлориду є дуже низьким, тому очікується вплив при вдиханні головним чином аерозоллю рідкого дидецилдиметиламонію

хлориду [10], що необхідно врахувати при обґрунтуванні гранично допустимої концентрації в повітрі виробничих приміщень.

Мета дослідження – аналіз літературних даних стосовно токсичності й характеру біологічної дії на організм дидецилдиметиламонію хлориду та обґрунтування ГДК у повітрі виробничих приміщень.

Матеріали та методи. Хімічна назва за IUPAC: дидецилдиметиламоній хлорид. Хімічний клас – четвертинні амонієві сполуки. Реєстраційний номер за CAS – 7173-51-5. За агрегатним станом дидецилдиметиламоній хлорид – тверда речовина (порошок) від білого до жовтуватого кольору. Молекулярна формула: $C_{22}H_{48}ClN$.

Структурна формула



Молекулярна маса – 362,08 г/моль; температура плавлення – 94–100°C; щільність – 0,902 г/мл при 20°C; тиск пари: $2,33 \times 10^{-11}$ мм рт. ст. $<4,3 \times 10^{-5}$ мм рт. ст. при 25 °C, $<1,1 \times 10^{-5}$ мм рт. ст. при 20 °C. Розчинність у воді – 390 мг/л при 25°C [5].

Токсикологічні параметри дидецилдиметиламоній хлориду надані за даними літератури й узагальнених даних Європейського агентства хімічних речовин (ЕЧА).

Результати дослідження. Аналізом літературних даних встановлено, що дидецилдиметиламонію хлорид при однократному пероральному введенні відноситься до помірно небезпечних речовин – 3 клас небезпечності відповідності до класифікації, яка наведена в Наказі МОЗ України від 09.07.2024 р. № 1192 [1].

Середня смертельна доза (DL_{50}) дидецилдиметиламонію хлориду становить для мишей 268 мг/кг, для щурів 238 мг/кг [10].

Симптоми гострої пероральної інтоксикації в мишей і щурів і характеризувалися гіподінамією, яка переходила в стадію повної нерухомості. При макроскопічних дослідженнях виявлено подразнення слизової оболонки кишечника [2].

Середня смертельна концентрація (CL_{50}) дидецилдиметиламонію хлориду при інгаляційному впливі становить 70 мг/м³ [10] – 1 клас небезпечності (речовини надзвичайно небезпечні [1]).

При інтратрахеальному введенні мишам у дозах 150 мкг/кг і 1500 мкг/кг дидецилдиметиламоній хлорид викликав запалення із застійним набряком легенів. Максимальні зміни спостерігалися на 7 день експерименту й були підтверджені експресією інтерлейкіну-6, моноцитарного хемотаксичного білка-1 і запального білка макрофагів.

Цитотоксичність дидецилдиметиламонію хлориду підтверджена дослідженням *in vitro* з використанням ізольованих фібробластів легенів мишей [9].

Дидецилдиметиламонію хлорид володіє шкірно-резорбтивною дією. Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру ($DL_{50cutis}$) щурів-самців становить 3140 мг/кг, щурів-самок – 2730 мг/кг [10] (4 клас небезпечності – речовини малонебезпечні [1]).

Дидецилдиметиламонію хлорид проявляє сильно виражену подразнювальну дію на шкіру та слизову оболонку очей. При впливі 0,06% розчину дидецилдиметиламонію хлориду в тестах на очах кроликів спостерігали слабку подразнювальну дію, тоді як 0,125% розчин препарату викликав помірне подразнення, а розчини з 0,25% або 0,5% дидецилдиметиламонію хлориду викликали сильне подразнення.

80% дидецилдиметиламонію хлорид (з 15% ізопропанолу й 5% води) наносили оклюзійно на шкіру кроликів на 3 хвилини та на 1 годину в тесті відповідно до Директиви OECD 404. При контакті протягом 1 години прояви подразнювального ефекту були значними (зміна кольору й почервоніння шкіри, незначний крововилив дермальних капілярів і розвиток струпів, які спостерігалися до 7 дня) [4].

Кумулятивна активність дидецилдиметиламонію хлориду слабка. Коефіцієнт кумуляції (K_{cum}) перевищує 5. При пероральному субхронічному введенні щурам упродовж 28 днів найбільший рівень, що не викликав видимих несприятливих змін організму (NOAEL), становив 2,5 мг/кг.

В експерименті з нанесенням на шкіру щурам 0,6% водного розчину дидецилдиметиламонію хлориду впродовж 5 днів найбільша концентрація, що не викликала видимих несприятливих змін організму (NOAEC), становила 2,5 мг/кг. При 90-денній аплікації препарату на шкіру щурів NOAEL зі системної токсичності становив 12 мг/кг/добу, а NOAEL за проявами подразнюючої дії на шкіру знаходився на рівні 2 мг/кг/добу.

Інгаляційну токсичність дидецилдиметиламонію хлориду досліджено на щурах Sprague-Dawley, яких піддавали впливу препарату в концентраціях $0,15 \pm 0,15$ мг/м³, $0,58 \pm 0,40$ мг/м³, $3,63 \pm 1,56$ мг/м³ упродовж 2 тижнів. Високі рівні впливу дидецилдиметиламонію хлориду викликали зниження маси тіла тварин. Змін гематологічних і біохімічних показників крові не відзначено. Виявлено незначні зміни в кількості диференціювання бронхоальвеолярних клітин і пошкодження клітин у рідині бронхо-альвеолярного вмісту. NOAEL дидецилдиметиламонію хлориду визначений на рівні 0,15 мг/м³ [6].

Інгаляційний вплив аерозолу дидецилдиметиламонію хлориду впродовж 13 тижнів у концентраціях 0,11, 0,36 та 1,41 мг/м³. Середня маса тіла в самців була на 35%, а в самок на 15% нижче при впливі препарату в концентрації $1,41 \pm 0,71$ мг/м³ порівняно з контрольною групою. Інфільтрація запальних клітин та інтерстиціальна пневмонія, збільшення маси легень спостерігалися при впливі дидецилдиметиламонію хлориду в середній і високій концентрації. На підставі результатів змін маси тіла й легень встановлено NOAEL для щурів на рівні 0,11 мг/м³ [9].

При хронічному впливі дидецилдиметиламонію хлориду (80,8%), який із кормом одержували щури, миші й собаки впродовж 104 тижнів у дозах 300, 750 і 1500 ppm, спостерігалися зниження маси тіла, прийому корму, патологія мезентеріальних лімфатичних вузлів. NOEL дидецилдиметиламонію хлориду для щурів за загальнотоксичними показниками становив 750 ppm (27 мг/кг).

У 90-денному дослідженні на собаках породи бігль, яким вводили 40% дидецилдиметиламонію хлорид разом із їжею, не зафіксовано змін біохімічних і гематологічних показників, аналізу сечі, макроскопічних і гістологічних змін внутрішніх органів. NOAEL встановлено на рівні 23 мг/кг [4].

За даними розрахунків, поріг хронічної дії (Lim_{ch}) дидецилдиметиламонію хлориду становить $1,17$ мг/м³ [2].

Не виявлено сенсibilізуючої дії дидецилдиметиламонію хлориду в тесті Бюлера на мурчаках. Після нанесення 1% дидецилдиметиламонію хлориду спостерігалось подразнення шкіри [4].

Репродуктивну функцію щурів Sprague-Dawley (CD) під впливом 80,8% дидецилдиметиламонію хлориду досліджено в тесті двох поколінь. Тварини отримували речовину з кормом у дозі 10, 30 і 52 мг/кг. Змін показників репродуктивної функції не реєструвалось. Визначений NOEL дидецилдиметиламонію хлориду за системною токсичністю на рівні 32 мг/кг.

При надходженні дидецилдиметиламонію хлориду до організму кроликів з 6 по 15 день вагітності в дозах 12 і 32 мг/кг відзначалися симптоми інтоксикації й аборти. NOAEL для вагітних самок кроликів становив 4 мг/кг, для плодів – 12 мг/кг [2].

У дослідженнях на мишах вивчено гендерно-специфічні репродуктивні ефекти дидецилдиметиламонію хлориду. Самки, які протягом 5 тижнів піддавалися впливу дидецилдиметиламонію хлориду, проводили значно менше часу в тічці. У самців, які зазнали впливу дидецилдиметиламонію хлориду, спостерігалось зниження як концентрації сперматозоїдів і їх рухливості.

Таким чином, знижена фертильність у мишей через вплив дидецилдиметиламонію хлориду опосередковується репродуктивними порушеннями як у самок, так і в самців [8].

У тестах *in vitro* й *in vivo* мутагенного ефекту дидецилдиметиламонію хлориду не виявлено.

Проявів канцерогенних властивостей дидецилдиметиламонію хлориду в дослідженнях на щурах, мишах і собаках не зафіксовано [2].

При обґрунтуванні ГДК дидецилдиметиламонію хлориду в повітрі виробничих приміщень проведено порівняльну оцінку його профілю небезпеки з профілем небезпеки алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлориду, для якого встановлено ГДК у повітрі робочої зони.

Порівняльна оцінка засвідчує, що як дидецилдиметиламонію хлорид, так і алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлорид погано всмоктуються при пероральному та шкірному впливі, не розподіляються системно й переважно виводяться з калом. Дидецилдиметиламонію хлорид, як й алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлорид, не викликають сенсibilізації при потраплянні на шкіру, не є специфічними токсикантами розвитку або репродуктивної системи, не є генотоксичними чи канцерогенними й не викликають системної токсичності. Дидецилдиметиламонію хлорид, як й алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлорид, володіють подразнюючим ефектом при потраплянні на шкіру у високих концентраціях і є токсичними при пероральному дермаль-ному й інгаляційному шляхах впливу.

Як дидецилдиметиламонію хлорид, так й алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлорид при пероральному прийомі багаторазових доз у субхронічних і хронічних дослідженнях, проведених на бігях, мишах і щурах, викликають токсичні ефекти, що послідовно характеризуються зменшенням споживання їжі та зниженням середньої маси тіла.

Базуючись на наявних нині даних, основною проблемою, пов'язаною з впливом дидецилдиметиламонію хлориду й алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлориду, є місцеві ефекти через подразнення [7].

Порівняльну оцінку параметрів токсичності й характеру біологічної дії на організм дидецилдиметиламонію хлориду й алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлориду наведено в таблиці 1.

З огляду на результати порівняльної оцінки параметрів токсичності й характеру біологічної дії на організм до розрахункового Lim_{ch} дидецилдиметиламонію хлориду (1,17 мг/м³), як і для алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлориду, застосовано коефіцієнт запасу 10 і запропоно-

Таблиця 1

Порівняльна оцінка параметрів токсичності й характеру біологічної дії на організм дидецилдиметиламонію хлориду й алкіл(C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлориду

Показники/ефекти	Дидецилдиметиламонію хлорид	Алкіл (C_{12} - C_{16}) диметилбензиламоній хлорид
DL ₅₀ per os білі миші білі щури	268 мг/кг, 3 кл. небезп. 238 мг/кг, 3 кл. небезп.	919 мг/кг, 3 кл. небезп. 344 мг/кг – 426 мг/кг, 3 кл. небезп.
CL ₅₀ білі щури	70 мг/м ³ , 1 кл. небезп.	розрах. >2000 мг/м ³ , 2 кл. небезп.
DL _{50cutis}	3140 мг/кг 4 кл. небезп	1100 мг/кг, 3 кл. небезп
K _{cum}	>5	>5
Шкірно-резорбтивний ефект	+	+
Місцево-подразнювальний ефект на шкіру	Сильно виражений	Сильно виражений
Місцево-подразнювальний ефект на слизові оболонки	Сильно виражений	Сильно виражений
Lim _{ch}	1,17 мг/м ³	5 мг/м ³
Медико-санітарний норматив у повітрі робочої зони	ОБРВ 0,2 мг/м ³	ГДК 0,5 мг/м ³

вано як ГДК рівень 0,1 мг/м³, аерозоль, 1 клас небезпечності, позначка П – подразнююча дія, позначка + – потребує спеціального захисту шкіри й очей.

Висновки. На підставі проведеного аналізу літературних джерел науково обґрунтовано ГДК дидецилдиметиламмонію хлориду в повітрі робочої зони – 0,1 мг/м³, аерозоль, 1 клас небезпечності, позначка П – подразнювальна дія, позначка + – потребує спеціального захисту шкіри й очей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони (затверджені Наказом МОЗ України від 09.07.2024 № 1192, зареєстрованим у Мін'юсті 24.08.2024 за № 1107/42452). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24#Text>.
2. Жмін'ю П.Г., Вороніна В.М., Світлий С.С., Рудая Л.О. Токсикологічне обґрунтування гігієнічного нормативу дидецилдиметиламмоній хлориду у повітрі робочої зони. *Український журнал сучасних проблем токсикології*. 2020. № 1. С. 54–60.
3. Короткий вступ до дидецилдиметиламмонію хлориду. URL: <http://uk.sprchemical.com/news/brief-introduction-of-didecyl-dimethyl-ammonium-chloride/>.
4. Didecyl dimethyl ammonium chloride. Gestis-Stoffdatenbank. URL: <https://gestis.dguv.de/data?name=491462&lang=en>.
5. Didecyl dimethyl ammonium chloride. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Didecyl_dimethyl_ammonium_chloride.
6. Kim Y.S. Didecyl dimethyl ammonium chloride (DDAC) is used in many types of biocidal products including tableware, carpets, humidifiers, and swimming pools, etc. In spite of increased chances of DDAC exposure through inhalation, studies on the inhalation toxicity of DDAC. *Toxicol Research*. 2017. V. 33, № 1. P. 7–14. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25343015>.
7. Luz A., DeLeo P., Pechacek N., Freemantle M. Human health hazard assessment of quaternary ammonium compounds: Didecyl dimethyl ammonium chloride and alkyl (C12-C16) dimethyl benzyl ammonium chloride. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2020. № 116. P. 104717. DOI: 10.1016/j.yrtph.2020.104717.
8. Melin V., Melin T., Dessify B. et. al. Quaternary ammonium disinfectants cause subfertility in mice by targeting both male and female reproductive processes. *Reprod Toxicol*. 2016. № 59. P. 159–166. DOI: 10.1016/j.reprotox.2015.10.006.
9. Ohnuma A. Didecyl dimethyl ammonium chloride induces pulmonary inflammation and fibrosis in mice. *Exp. Toxicol Pathol*. 2010. V. 62, № 6. P. 643–51.
10. Updated EHS Summary of Didecyl Dimethyl Ammonium Chloride (DDAC) for the MA TURA Science Advisory Board Meeting – May 20, 2021. URL: <https://www.turi.org/publications/draft-ddac-ehs-summary/>.

REFERENCES

1. Derzhavni medyko-sanitarni normatyvy dopustymoho vmistu khimichnykh rehovyn u povitri robochoi zony (zatverdzhenni nakazom MOZ vid 09.07.2024 r. № 1192, zareiestrovany u Miniusti 24.08.2024 r. za №1107/42452) [State medical and sanitary standards for the permissible content of chemical substances in the air of the working area (approved by the order of the Ministry of Health dated 07/09/2024 No. 1192, registered in the Ministry of Justice on 08/24/2024 under No. 1107/42452)]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24#Text> [in Ukrainian].
2. Zhminko, P.H., Voronina, V.M., Svitlyi, S.S., Rudaia, L.O. (2020). Toksykologichne obhruntuvannya hiiienichnoho normatyvu dydetsyldymetylamonii khlorydu u povitri robochoi zony [Toxicological justification of the hygienic standard for didecyl dimethyl ammonium chloride in the air of the working area]. *Ukrainskyi zhurnal suchasnykh problem toksykologii*, 1, 54–60 [in Ukrainian].
3. Kоротkyi vstup do dydetsyldymetylamonii khlorydu. Retrieved from: <http://uk.sprchemical.com/news/brief-introduction-of-didecyl-dimethyl-ammonium-chloride/>.
4. Didecyl dimethyl ammonium chloride. Gestis-Stoffdatenbank. Retrieved from: <https://gestis.dguv.de/data?name=491462&lang=en>.

5. Didecyldimethylammonium chloride. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Didecyldimethylammonium_chloride.

6. Kim, Y.S. (2017). Didecyldimethylammonium chloride (DDAC) is used in many types of biocidal products including tableware, carpets, humidifiers, and swimming pools, etc. In spite of increased chances of DDAC exposure through inhalation, studies on the inhalation toxicity of DDAC. *Toxicol Research*, 33(1), 7–14. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25343015>.

7. Luz, A., DeLeo, P., Pechacek, N., Freemantle, M. Human health hazard assessment of quaternary ammonium compounds: Didecyl dimethyl ammonium chloride and alkyl (C12-C16) dimethyl benzyl ammonium chloride. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2020. 116. 104717. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2020.104717>.

8. Melin, V., Melin, T., Dessify, B. et. al. (2016). Quaternary ammonium disinfectants cause subfertility in mice by targeting both male and female reproductive processes. *Reprod Toxicol.*, 59, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2015.10.006>.

9. Ohnuma, A. (2010). Didecyldimethylammonium chloride induces pulmonary inflammation and fibrosis in mice / A. Ohnuma, T. Yoshida, H Tajima [et al.]. *Exp. Toxicol Pathol.*, 62(6), 643–651.

10. Updated EHS Summary of Didecyl Dimethyl Ammonium Chloride (DDAC) for the MA TURA Science Advisory Board Meeting – May 20, 2021. Retrieved from: <https://www.turi.org/publications/draft-ddac-ehs-summary/>.

ANALYTICAL JUSTIFICATION OF THE MAXIMUM PERMISSIBLE CONCENTRATION OF DIDECYLDIMETHYLAMMONIUM CHLORIDE IN THE AIR OF PRODUCTION PREMISES

Kuzminov B.P., Zazulyak T.S., Kuzminov O.B., Lototska-Dudyk U.B., Genyk I.D.

Abstract. Didecyldimethylammonium chloride is a fourth-generation quaternary ammonium compound, which belongs to the group of cationic surfactants. They disrupt intermolecular interactions and dissociation of lipid bilayers. This chemical has several biocidal applications: a microbiostatic disinfectant for mold prevention, wood protection, and the destruction of algae, phytopathogenic molds, and bacteria; an active ingredient in a large number of disinfectants registered with the US Environmental Protection Agency (USEPA) and labeled for the inactivation of avian influenza A viruses on hard surfaces.

Didecyldimethylammonium chloride is used in gynecology, surgery, ophthalmology, pediatrics, as well as for sterilization of surgical instruments, endoscopes and surface disinfection.

Under production and usage conditions, didecyldimethylammonium chloride may get into the body of workers through inhalation or skin contact, which requires justification of the maximum permissible concentration (MPC) in the air of production premises.

Purpose of the work. Analysis of literature data on the toxicity and the nature of the biological effect of didecyldimethylammonium chloride on the human body and justification of MPC in the air of industrial premises.

Analysis of literature data has found that didecyldimethylammonium chloride, in terms of acute toxicity parameters, is classified as a moderately hazardous substance (hazard class 3) when administered as a single intra-gastric dose, as a highly hazardous substance (hazard class 1) when administered as a single inhalation dose and when applied to the skin for a single time, it is classified as a low-hazard substance (hazard class 4). It has resorptive-toxic effects when applying to the skin, weak cumulative properties and shows irritating effects when it contacts the skin and mucous membranes, not causing sensitization of the body.

Mutagenic, carcinogenic, embryotoxic, teratogenic effects and toxic effects on reproductive function are not limiting criteria for the hazardousness of didecyldimethylammonium chloride.

The MPC of didecyldimethylammonium chloride in the air of industrial premises is 0.1 mg/m³, aerosol, hazard class 1, mark + – requires special protection of the skin and eyes.

Key words: didecyldimethylammonium chloride, toxicity parameters, maximum permissible concentration, air in industrial premises.

Кузьмінов Борис Павлович, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8693-1046>

Зазуляк Тетяна Степанівна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5896-0475>

Кузьмінов Олександр Борисович, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0786-8676>

Лотоцька-Дудик Уляна Богданівна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7587-8457>

Геник Ігор Дмитрович, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8877-1982>

Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)



Дата надходження статті: 25.09.2025

Дата прийняття статті: 24.10.2025

Опубліковано: 30.12.2025