

I. М. Кліщ, В. В. Лотоцький, Г. А. Крицька, О. М. Смачило
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО
МОЗ УКРАЇНИ

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ОРГАНІЗМ ЩУРІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ БІЛКОВОГО І ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ В ЕКСПЕРИМЕНТІ

Вступ. До найбільш розповсюджених і небезпечних речовин, що забруднюють поверхневі, ґрунтові та стічні води, належать поверхнево-активні речовини. До них відносять і стеарат калію, який використовують у виробництві мила, кремів для рук, піни для гоління та інших косметичних засобів.

Мета дослідження – вивчити вплив стеарату калію в різних дозах на показники білкового і вуглеводного обміну в піддослідних тварин.

Методи дослідження. Дослід проводили на 90 білих щурах-самцях масою 180–200 г, яких поділили на п'ять груп по 18 тварин у кожній: 1-ша (контрольна) – щури, які споживали питну воду з міського водогону; в шлунок тварин чотирьох наступних груп щоденно протягом 30 діб вводили водний розчин стеарату калію в таких дозах: 2-га група – 1/10 від LD_{50} (або 800,0 мг/кг), 3-тя – 1/50 від LD_{50} (160,0 мг/кг), 4-та – 1/250 від LD_{50} (32,0 мг/кг), 5-та – 1/1250 від LD_{50} (6,4 мг/кг). Через 10, 20 і 30 діб з кожної групи відбирали по 6 тварин для визначення вмісту білка і сечовини у сироватці крові. За допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора "Hitalyzer 2000" у сироватці крові визначали рівень загального білка, сечовини, піровиноградної і молочної кислоти.

Результати й обговорення. Стеарат калію в дозі 800,0 мг/кг при надходженні в організм білих щурів негативно впливав на білковий і вуглеводний обмін. Через 10 діб його введення відмічено достовірне зниження вмісту білка і сечовини у сироватці крові. При зниженні дози до 160,0 мг/кг прояви негативного впливу також зменшилися. При введенні стеарату калію в дозі 800,0 мг/кг вміст піровиноградної кислоти у сироватці крові збільшився на 90 % ($p < 0,05$), в дозі 160,0 мг/кг – на 51 % ($p < 0,05$). Рівень молочної кислоти зріс недостовірно. При введенні стеарату калію в дозах 32,0 та 6,4 мг/кг змін з боку білкового і вуглеводного обміну практично не спостерігали.

Висновок. Зазначені зміни, які відбуваються внаслідок впливу поверхнево-активних речовин, є однією з причин і відображенням дисметаболических явищ, характерних для клітин організму за умов токсичної дії ксенобіотиків.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: забруднення водою; білковий і вуглеводний обмін; поверхнево-активні речовини; стеарат калію; щури.

ВСТУП. Більшість населення України для пиття використовує річки, які легко забруднюються стічними водами різноманітних підприємств, змивами з полів та доріг. На сьогодні вода в таких річках, як Дніпро, Сіверський Донець, річках Приазов'я, окремих притоках Дністра та Західного Бугу є найгіршою, і її класифікують як "дуже брудну" [1].

До найбільш розповсюджених і небезпечних речовин, що забруднюють поверхневі, ґрунтові та стічні води, належать поверхнево-активні речовини. У водні об'єкти вони надходять з побутовими та промисловими стічними водами, а також зі стоками із сільськогосподарських угідь.

© I. М. Кліщ, В. В. Лотоцький, Г. А. Крицька, О. М. Смачило, 2023.

Ці речовини є компонентами синтетичних мийних засобів, як емульгатори входять до складу інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів, дефоліантів. Вони дешеві, їх можна отримувати в будь-якій кількості. Використання поверхнево-активних речовин у світі перевищує 15 мільйонів тонн на рік, і приблизно 60 % з них потрапляє у водне середовище [2]. Їх молекули добре очищують забруднені тканини. Проте ці хімічні сполуки дуже агресивні. При надходженні в організм людини поверхнево-активні речовини порушують активність ензимів і, таким чином, нормальну фізіологічну функцію організму. Поверхнево-активні речовини мають певну токсичність і можуть накопичуватися в організмі людини. За даними літературних джерел, вони всмоктують-

ся через шкіру, ушкоджують печінку, викликаючи її хронічні захворювання, а також мають тератогенну і канцерогенну дію [3–5]. У ході експериментів на тваринах багато авторів довело, що, незалежно від шляхів надходження в організм, ці речовини можуть впливати на обмінні процеси, зокрема ліпідний, білковий та вуглеводний, викликати алергічні реакції у тварин [6–8].

Одним із токсикантів – поверхнево-активних речовин, що потрапляють у відкриті водойми, є стеарат калію (СК). Він належить до металоорганічних сполук, які широко застосовують при виробництві пластифікаторів, магнітних порошків, у фармацевтичній промисловості тощо. Стеарат калію використовують у виробництві мила, кремів для рук, піни для гоління та інших косметичних засобів. Маючи деяку хімічну спорідненість з відповідними компонентами мембран клітин людини і тварин, ці речовини при надходженні в організм накопичуються на клітинних мембранах та при досягненні відповідної концентрації можуть викликати порушення ряду важливих біохімічних процесів.

Мета дослідження – вивчити вплив стеарату калію в різних дозах на показники білкового і вуглеводного обміну в піддослідних тварин.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Дослід проводили на 90 білих щурах-самцях масою 180–200 г, яких утримували на стандартному раціоні віварію Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України. Їх поділили на п'ять груп по 18 тварин у кожній: 1-ша (контрольна) – щури, які споживали питну воду з міського водогону; в шлунок тварин чотирьох наступних груп щоденно протягом 30 діб вводили водний розчин стеарату калію в таких дозах: 2-га група – 1/10 від LD_{50} (або 800,0 мг/кг), 3-тя – 1/50 від LD_{50} (160,0 мг/кг), 4-та – 1/250 від LD_{50} (32,0 мг/кг), 5-та – 1/1250 від LD_{50} (6,4 мг/кг). Через 10, 20 і 30 діб з кожної групи відбирали по 6 тварин для визначення вмісту білка і сечовини у сироватці крові. Групи відбирали методом рандомізації. Експерименти проводили відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986) [9], норм біомедичної етики і Загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених на Першому національному конгресі з біоетики (Київ, 2001). Щурів виводили з експерименту шляхом кровопускання під тіопентал-натрієвим наркозом через 30 діб від початку дослідження.

Для оцінки впливу СК на білковий та вуглеводний обмін за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора “Humalyzer 2000” з

використанням стандартних наборів фірми “Human” (Німеччина) визначали рівень загального білка, сечовини, піровиноградної кислоти (ПВК) та молочної кислоти (МК) у сироватці крові. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми STATISTICA 10. Порівнювали отримані показники за U-критерієм Манна – Уїтні. Зміни були статистично значущими при $p \leq 0,05$ [10].

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Вплив стеарату калію на організм піддослідних тварин оцінювали за вмістом загального білка у сироватці крові. Через 10 діб від початку дослідження в усіх дослідних групах, порівняно з контрольною, спостерігали зменшення показника. У 2-й і 3-й групах зміни були достовірними. Найбільш виражені зміни спостерігали у щурів, яким вводили СК у дозі 800,0 мг/кг. Концентрація загального білка у сироватці крові тварин цієї групи була на 18 % меншою, ніж у контрольній групі. Зі зниженням дози ефект був виражений менше. При введенні речовини в дозах 32,0 і 6,4 мг/кг тенденція до зменшення зберігалася, але достовірною не була (рис. 1).

На 20-ту добу дослідження відбулась адаптація піддослідних тварин до впливу СК. Концентрація білка у сироватці крові тварин, яким вводили СК у дозі 800,0 мг/кг, зменшилася лише на 6 %. Зі зниженням дози речовини різниця була менш вираженою. При введенні дози 160,0 мг/кг вона становила лише 9,1 %, а на 30-ту добу – тільки 3,0 %. При введенні СК у дозах 32,0 і 6,4 мг/кг різниці між контрольною і дослідними групами не було.

Вміст сечовини у сироватці крові білих щурів, яким вводили СК у дозі 800,0 мг/кг, на 10-ту добу дослідження зменшився на 12 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. На 20-ту добу її концентрація знизилася ще більше – на 36 % ($p < 0,05$). На 30-ту добу вміст сечовини в цій групі зріс і перевищував контрольні величини майже на 26 % ($p < 0,05$). У тварин двох наступних груп, які одержували стеарат калію в дозах 160,0 і 32,0 мг/кг, зміни кількості сечовини відмічено лише на 20-ту добу дослідження – на 26 та 23 % відповідно ($p < 0,05$) (рис. 2).

На 30-ту добу спостерігали адаптацію до препарату і показники були на рівні контрольних величин. При введенні тваринам СК у дозі 6,4 мг/кг коливання вмісту сечовини у сироватці крові перебували в межах контрольних значень.

З метою дослідження впливу СК на вуглеводний обмін визначали вміст ПВК та МК у сироватці крові щурів. Результати дослідження показали, що введення СК у дозах 800,0, 160,0 та 32,0 мг/кг призводило до його збільшення.

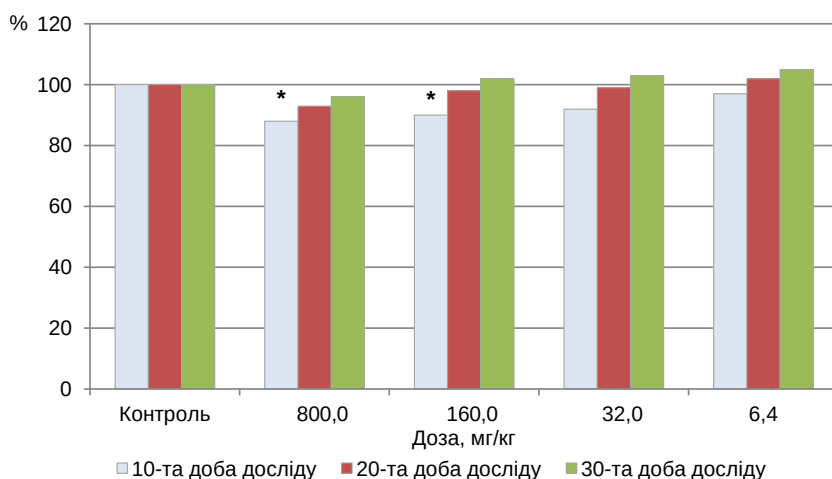


Рис. 1. Зміни показників загального білка у сироватці крові тварин при введенні стеарату калію, % до контролю. Примітка. Тут і на рисунках 2, 3: * – достовірність відмінностей показників дослідних і контрольної груп ($p < 0,05$).

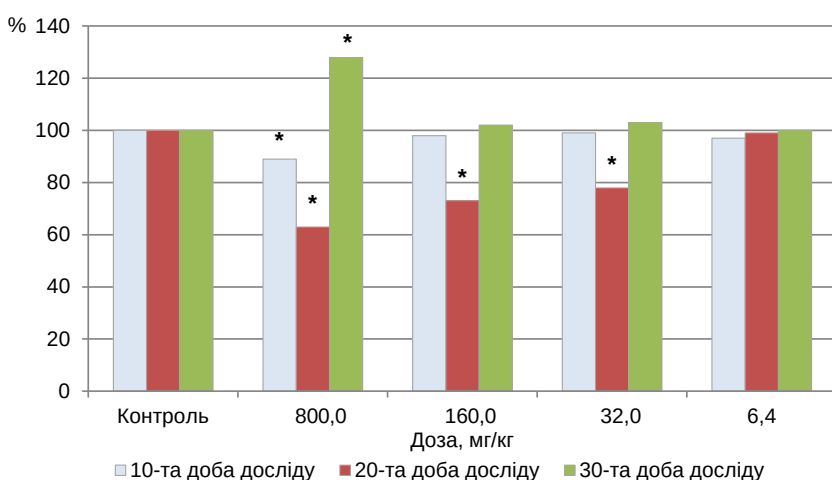


Рис. 2. Зміни показників сечовини у сироватці крові тварин при введенні стеарату калію, % до контролю.

Так, на 30-ту добу від початку експерименту кількість ПВК у сироватці крові білих щурів 2-ї групи, порівняно з контрольною, зросла на 90 % ($p < 0,05$), 3-ї – на 51 %, 4-ї – на 16 %.

Вміст МК у сироватці крові білих щурів також збільшився, зміни, щоправда, мали недостовірний характер. Приріст показника в 2-й групі становив 13 %, в 3-й і 4-й – по 7 % (рис. 3).

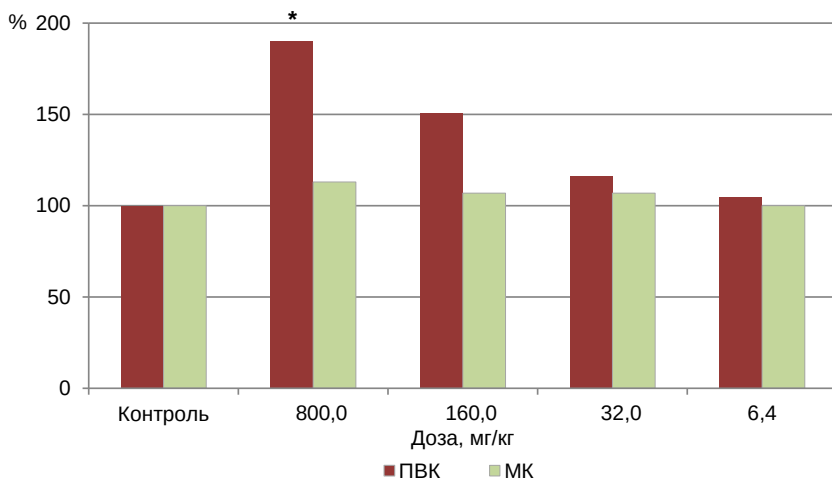


Рис. 3. Зміни показників вуглеводного обміну в сироватці крові піддослідних тварин на 30-ту добу при введенні стеарату калію, % до контролю.

Отримані зміни білкового та вуглеводного обміну можуть бути викликані тим, що стеарат калію, маючи деяку хімічну спорідненість з відповідними компонентами мембран клітин людини і тварин, при надходженні в організм накопичується на клітинних мембранах та при досягненні відповідної концентрації може викликати порушення ряду важливих біохімічних процесів, що ми і спостерігали в цьому експерименті.

ВИСНОВКИ. Стеарат калію в дозі 800,0 мг/кг (або 1/10 ЛД₅₀) при надходженні в організм білих щурів негативно впливає на білковий та вуглеводний обмін. Через 10 діб його введення відмічають достовірне зниження вмісту білка і сечо-

вини у сироватці крові. При зниженні дози до 160,0 мг/кг (або 1/50 від ЛД₅₀) прояви негативного впливу також зменшуються. При введенні стеарату калію в дозах 32,0 та 6,4 мг/кг змін з боку білкового обміну практично не спостерігають. Показники вуглеводного обміну більш чутливі. При введенні стеарату калію в дозах 800,0 мг/кг та 160,0 мг/кг відзначають достовірне підвищення вмісту піровиноградної кислоти у сироватці крові тварин.

Зазначені зміни, які відбуваються внаслідок впливу поверхнево-активних речовин, є однією з причин і відображенням дисметаболических явищ, характерних для клітин організму за умов токсичної дії ксенобіотиків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2020 році / Міністерство розвитку громад та територій України. – К., 2021. – 381 с.

2. Effect of synthetic surfactants on the environment and the potential for substitution by biosurfactants / P. Johnson, A. Trybala, V. Starov, V. J. Pinfield // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2021. – **288**. – P. 102340.

3. Вплив засобів побутової хімії, що містять поверхнево активні речовини на стан здоров'я дітей (Частина I) / Т. В. Фролова, В. В. М'ясоєдов, О. В. Атаманова [та ін.] // *Укр. журн. медицини, біології та спорту*. – 2019. – **4**, № 6 (22). – С. 211–216.

4. Study on characteristics and harm of surfactants / C. L. Yuan, Z. Z. Xu, M.X. Fan [et al.] // *Chem. Pharm. Res.* – 2014. – **6**. – P. 2233–2237.

5. Environmental risks and toxicity of surfactants: overview of analysis, assessment, and remediation techniques / S. O. Badmus, H. K. Amusa, T. A. Oyehan, T. A. Saleh // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – **28**. – P. 62085–62104.

6. Лотоцька О. В. Вплив питної води з різним вмістом стеаратів калію і натрію на вільнорадикальні процеси в організмі щурів / О. В. Лотоцька // *Мед. та клініч. хімія*. – 2018. – № 1. – С. 130–135.

7. Вплив комбінованої дії наночастинок свинцю та стеаратів на показники антиоксидантного захисту в організмі експериментальних щурів / О. Є. Федорів, Н. А. Мельник, О. В. Лотоцька [та ін.] // *Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини : матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю*. – К., 2023. – С. 204–205.

8. Ячна М. Г. Особливості ліпідного обміну коропа лускатого за дії поверхнево-активних речовин / М. Г. Ячна, О. Б. Мехед, О. П. Третяк // *Актуальні питання біологічної науки : зб. статей ІХ Міжнар. заоч. наук.-практ. конф.* – Ніжин : НДУ імені Миколи Гоголя, 2023. – С. 110–112.

9. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. – Council of Europe, Strasbourg, 1986. – 53 p.

10. Біостатистика : підручник / [В. Ф. Москаленко, О. П. Гульчій, М. В. Голубчиков та ін.] ; за ред. В. Ф. Москаленка. – К. : Книга плюс, 2009. – 184 с.

REFERENCES

1. (2021). *National report on the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine in 2020*. Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].

2. Johnson, P., Trybala, A., Starov, V., & Pinfield, V.J. (2021). Effect of synthetic surfactants on the environment and the potential for substitution by biosurfactants. *Advances in Colloid and Interface Science*, 288, 102340.

3. Frolova, T.V., Myasoyedov, V.V., Atamanova, O.V., Sinyaeva, I.R., & Stenkova, N.F. (2019). The effect of household chemicals containing surfactants on the health of children (Part I). *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*, 4 (6), 211-216 [in Ukrainian].

4. Yuan, C.L., Xu, Z.Z., Fan, M.X., Liu, H.Y., Xie, Y.H., & Zhu, T. (2014). Study on characteristics and harm of surfactants. *J. Chem. Pharm. Res.*, 6, 2233-2237.

5. Badmus, S.O., Amusa, H.K., Oyehan, T.A., & Saleh, T.A. (2021). Environmental risks and toxicity of surfactants: overview of analysis, assessment, and remediation techniques. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-20.
6. Lototska, O.V. (2018). The influence of drinking water with different contents of potassium and sodium stearates on free radical processes in the body of rats. *Medical and Clinical Chemistry*, (1), 130-135 [in Ukrainian].
7. Fedoriv, O.E., Melnyk, N.A., Lototska, O.V., Krytska, G.A., & Flekey, N.V. (2023). The effect of the combined effect of lead nanoparticles and stearates on the indicators of antioxidant protection in the body of experimental rats. Proceedings of the *scientific and practical conference with international participation "Ecological and hygienic problems of the sphere of human activity"* [in Ukrainian].
8. Yachna, M.G., Mehed, O.B., & Tretyak, O.P. (2023). Peculiarities of lipid metabolism of scaly carp under the action of surfactants. Proceedings of the International extramural scientific and practical conference "Actual issues of biological science": Collection of articles. Nizhyn: Mykola Gogol National State University [in Ukrainian].
9. (1986). *European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes*. Council of Europe, Strasbourg, 1986.
10. Moskalenko, V.M., Gulchii, O.P., & Golubchikov, M.V. (2009). *Biostatistics*. Kyiv: Knyha plus [in Ukrainian].

I. M. Klishch, V. V. Lototsky, G. A. Krytska, O. M. Smachilo
I. HORBACHEVSKY TERNOPIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF SURFACTANTS ON THE BODY OF RATS ACCORDING TO THE RESULTS OF PROTEIN AND CARBOHYDRATE METABOLISM IN THE EXPERIMENT

Summary

Introduction. Surface-active substances (surfactants) are among the most widespread and dangerous substances contaminating surface, ground and wastewater. These include potassium stearate, which is used in the production of soap, hand creams, shaving foam and other cosmetics, etc.

The aim of the study – to investigate the effect of potassium stearate in different doses on the indicators of protein and carbohydrate metabolism of experimental animals.

Research Methods. The experiment was conducted on 90 white male rats with a body weight of 180–200 g, divided into 5 groups of 18 rats each: the control group – rats that drank drinking water from a city waterworks. Animals of the following four groups were injected with an aqueous solution of potassium stearate into the stomach daily for 30 days in the following doses: group 2 – 1/10 of the LD50 (or 800 mg/kg), group 3 – 1/50 of the LD50 (160 mg/kg), group 4 – 1/250 of the LD50 (32 mg/kg) and group 5 – 1/1250 of the LD50 (6.4 mg/kg) from the LD50. After 10, 20 and 30 days, 6 animals were selected from each group to determine the content of protein and urea in blood serum. With the help of a semi-automatic biochemical analyzer "Humalyzer 2000" the level of total protein, urea, pyruvic acid (PVA) and lactic acid (LA) in blood serum was determined.

Results and Discussion. Potassium stearate in a dose of 800 mg/kg when administered to the body of white rats has a negative effect on protein and carbohydrate metabolism. After 10 days of its introduction, a probable decrease in the content of protein and urea in the blood plasma is noted. When the dose was reduced to 160.0 mg/kg, the manifestations of negative effects also decreased. When SC was administered at a dose of 800 mg/kg and 160 mg/kg by 90 % ($p < 0.05$), in group 2 – by 51 % ($p < 0.05$), a significant increase in the content of PVC in the blood of the first two experimental groups was noted experimental rats. LA has grown unbelievably. When potassium stearate was administered at a dose of 32 and 6.4 mg/kg, there were practically no changes in protein and carbohydrate metabolism.

Conclusions. The specified changes that develop as a result of the influence of surfactants are one of the causes and a reflection of the dysmetabolic phenomena characteristic of body cells under the conditions of the toxic effect of xenobiotics.

KEY WORDS: water pollution; protein and carbohydrate metabolism; surfactants; potassium stearate; rats.

Отримано 20.04.23

Адреса для листування: В. В. Лотоцький, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001, Україна, email: lototskyu@tdmu.edu.ua.