

19. Gross, D. Ethics in Animal-Based Research [Text] / D. Gross, R. Tolba // European Surgical Research. – 2015. – Vol. 55, Issue 1-2. – P. 43–57. doi: 10.1159/000377721
20. Okeh, U. Statistical problems in medical research [Text] / U. Okeh // East African Journal of Public Health. – 2009. – Vol. 6, Issue 3. doi: 10.4314/eajph.v6i3.45762
21. Fruehauf, J. P. Reactive Oxygen Species: A Breath of Life or Death [Text] / P. J. Fruehauf, L. F. Meyskens // Clinical Cancer Research. – 2007. – Vol. 13, Issue 3. – P. 789–794. doi: 10.1158/1078-0432.ccr-06-2082
22. Ray, P. D. Reactive oxygen species (ROS) homeostasis and redox regulation in cellular signaling [Text] / P. D. Ray, B.-W. Huang, Y. Tsuji // Cellular Signalling. – 2012. – Vol. 24, Issue 5. – P. 981–990. doi: 10.1016/j.cellsig.2012.01.008
23. Winterbourn, C. C. Reactive Oxygen Species and Neutrophil Function. [Text] / C. C. Winterbourn, A. J. Kettle, M. B. Hampton // Annual Review of Biochemistry. – 2016. – Vol. 85, Issue 1. – P. 765–792. doi: 10.1146/annurev-biochem-060815-014442
24. Ozcan, A. Biochemistry of Reactive Oxygen and Nitrogen Species [Text] / A. Ozcan, M. Ogun. – Basic Principles and Clinical Significance of Oxidative Stress, 2015. doi: 10.5772/61193
25. Chouchani, E. T. Mitochondrial reactive oxygen species and adipose tissue thermogenesis: bridging physiology and mechanisms [Text] / E. T. Chouchani, L. Kazak, B. M. Spiegelman // Journal of Biological Chemistry. – 2017. – Vol. 29. – P. 1–12. doi: 10.1074/jbc.r117.789628
26. Seung-Hwan, L. Reactive oxygen species modulate immune cell effector function. [Text] / L. Seung-Hwan, A. Saeedah, A.-A. Kassim // J Immunol. – 2017. – Vol. 198. – P. 328–337.
27. Лихацький, П. Г. Застосування ентеросорбенту «Карболайн» для корекції окиснювальних процесів у щурів різного віку, уражених натрію нітритом на тлі тютюнової інтоксикації [Текст] / П. Г. Лихацький, Л. С. Фіра // Медична та клінічна хімія. – 2017. – № 2. – С. 45–52.

*Рекомендовано до публікації: д-р біол. наук, професор Фіра Л. С.
Дата надходження рукопису 14.07.2017*

Лихацький Петро Григорович, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра медичної біохімії, ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України», майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001
E-mail: luhatsky@ukr.net

УДК 577.121+66.094.529

DOI: 10.15587/2519-8025.2017.113575

АНАЛІЗ СЕЛЕНО- ТА ХРОМОВІСНИХ СПЛУК ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО КЛАСУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК

© **О. Я. Лукашів, В. В. Грубінко**

Дефіцит селену та хрому у продуктах харчування, обумовлює зниження даних мікроелементів в організмі, що веде до розвитку патологічних процесів. Використання біологічно активних добавок різного походження дозволяє в більшій чи меншій мірі поповнити запас мікроелементів. Біологічно активні добавки органічної природи мають перевагу над їх неорганічними сполуками та чинять більший терапевтичний ефект при порушеному метаболізмі

Ключові слова: біологічно активні добавки, селен, хром, водорості, сполуки, цукровий діабет, засвоєння

1. Вступ

Фізіологічне значення мікроелементів в першу чергу обумовлено їхньою роллю в складі ферментативних систем організму, оптимальне функціонування яких у великій мірі залежить від надходження елементів із навколишнього середовища.

Селен та хром (Cr^{3+}) є біогенними елементами, які займають важливе значення у біохімічних процесах. Їхній дефіцит у продуктах харчування призводить до пригнічення обмінних процесів в організмі людини і тварин [1].

Селен – есенціальний елемент, основною біологічною функцією якого є антиоксидантний захист [2]. Згідно з рекомендаціями ВООЗ середньодобова потреба людини в селені варіює від 70 до 100 мкг [3].

Поряд із селеном важливе місце у фізіологічних процесах організму займає хром (Cr^{3+}). Його важлива роль полягає у регуляції вуглеводного обміну, оскільки

ки Cr^{3+} є компонентом фактора толерантності до глюкози [4]. Американська національна академія наук (NRS) встановила, що потреба хрому для людей складає від 50 до 200 мкг/добу [5]. Встановлено, що нестача хрому може сприяти розвитку цукрового діабету, атеросклерозу, порушенню вищої нервової діяльності, зниженню імунітету, зменшенню тривалості життя [4].

2. Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є проведення аналізу та порівняння органічних та неорганічних сполук хрому та селену та вивчення їхнього впливу на метаболічні процеси в організмі.

Завданнями для досягнення поставленої мети було:

– проаналізувати наукові публікації, які висвітлюють переваги та недоліки використання органічних та неорганічних сполук селену та хрому;

– порівняти вплив селенхромліпідного комплексу з *Chlorella vulgaris* Beij. на метаболізм шурів при експериментальному цукровому діабеті 2-го типу над неорганічними формами хрому та селену.

3. Загальні проблеми використання біологічно активних добавок

Існуючі заходи профілактики не вирішують в повному обсязі проблеми, пов'язані з нестачею селену та Cr^{3+} , що актуалізує використання біологічно активних добавок (БАД), в яких мінеральні речовини є природного походження і знаходяться в природних комплексах.

Біологічно активні добавки (БАД) – це природні або ідентичні натуральним біологічно активні речовини, отримані з рослинної, тваринної або мінеральної сировини, або шляхом хімічного або мікробіологічного синтезу.

На характер впливу елементів, засвоєння і їх біодоступність в організмі впливає цілий ряд чинників [5]: хімічна формула і в складі якої сполуки вони знаходяться; кількість включення до раціону та легкість засвоєння; синергізм і антагонізм між елементами; вік, стать людини; вагітність, вживання алкоголю, куріння, підвищене вживання кави та ін. У зв'язку з цим триває пошук нових сполук і форм мікроелементів, засвоєння яких було б найбільш повним та безпечним.

4. Застосування біологічно активних добавок у формі органічних та неорганічних сполук хрому(III) та селену та їх порівняльна активність.

Як добавки до раціону людини і тварин селен та Cr^{3+} , використовують у вигляді неорганічних та

органічних сполук, а також у вигляді селено- та хромовмісних дріжджів.

Недоліком застосування неорганічних сполук селену є те, що їх метаболізм протікає з утворенням в організмі токсичних речовин, які не завжди повністю метаболізуються в організмі.

Найбільш актуальним варто вважати одержання біологічно активних добавок, які містять мікроелементи в органічній формі, що підвищує їхню біодоступність.

Органічна форма селену – селенометіонін – дозволяє мікроелементу в 35 разів активніше включитися в процеси обміну речовин в організмі, що свідчить про його більш високу біодоступність (табл. 1), порівняно з неорганічною формою [6], а також органічні форми селену здатні утримуватися в тканинах та створювати свій резерв в організмі [7].

Неорганічні форми легше виводяться з організму, а їх споживання в рекомендованих дозах є більш безпечним, ніж споживання органічних форм, особливо селенометіоніну у високих дозах [8]. Біологічна доступність органічного селену на 15–20 % вища, ніж неорганічного і становить 85–95 %, хоча обидва варіанти селену легко всмоктуються в травному каналі [9].

Іншим джерелом біодоступного Se є харчові селеномісні дріжджі. Біологічна доступність та порівняно низька собівартість робить дріжджі дуже привабливим і перспективним харчовим джерелом органічного селену. Проте широке використання дріжджів має певні обмеження, що пов'язано, по-перше, з потенційною сенсibiliзуючою активністю клітинних оболонок, а також можуть викликають алергічні реакції; по-друге, додавання дріжджів в продукти дієтичного харчування може негативно вплинути на їх органіолептичні властивості.

Таблиця 1

Дія на організм різних сполук хрому (Cr^{3+}) та селену

Критерії	Органічні сполуки		Неорганічні сполуки	
	Селен	Хром	Селен	Хром
Адсорбція	висока	середня	висока	низька
Біодоступність	85–95 %	до 10–25 %	70–75 %	до 2 %
Ефективність	висока		низька	
Поріг токсичності	високий		низький	високий
Токсичний вплив	низький	малотоксичний	високий	низький
Біологічна активність	висока		знижена	
Виведення з організму	повільне	прискорюється при стресі	швидке	прискорюється при стресі

За даними авторів [10] біодоступність селену у формі селенізованих дріжджів порівняно з селенітом (100 %) у тканинах на рівні 135–165 %, а за активністю глутатіонпероксидази – на рівні 105–197 %, а отже, селенізовані дріжджі є кращим джерелом селену, ніж селеніт натрію [8].

Щодо хрому (Cr^{3+}), то поповнення цього мікроелемента аліментарним шляхом не завжди можливе, тому біологічно активні добавки, до складу яких входить даний мікроелемент, знайшли широке застосування в клінічній практиці.

Як добавки до раціону людини і тварин хром використовують у вигляді неорганічних та органіч-

них сполук та у вигляді хромовмісних дріжджів.

Сполуки неорганічного хрому часто є низько-ефективними та можуть виявляти побічні ефекти. Згідно з даними авторів [11] біозасвоєння хрому з неорганічних сполук становить до 1–2 %, однак воно зростає до 25 % при надходженні хрому у вигляді органічних сполук [12].

Перспективними джерелами біотехнологічного виробництва продуктів мінеральних препаратів є одноклітинні водорості [13], які містять значну кількість біологічно активних речовин, що утворюються за рахунок внутрішньоклітинного біосинтезу та можуть поглинати і накопичувати ек-

зогенні мікроелементи, включаючи їх до складу, насамперед, пігментів, білків і ліпідів [14]. На сьогодні вивчено можливість використання мікродоростей для одержання хромо- та селеновмісних органічних сполук.

Велике зацікавлення викликають препарати з хлорели *Chlorella vulgaris* Beij., яка є не тільки джерелом біологічно доступного хлорофілу, амінокислот, вітамінів, а також жирних кислот, яким властиві антиоксидантний [15] та антисклеротичний ефекти [16].

5. Результати попередніх досліджень

В попередніх дослідженнях авторами встановлено оптимальні умови накопичення селену і мікроелементів клітинами хлорели в аквакультури [17] з біологічно адекватним складом для отримання біодобавок.

Завданням дослідження було отримати з *Ch. vulgaris* в аквакультури очишеного селенхромліпідного комплексу, вивчити та порівняти вплив неорганічних та органічних сполук хрому (Cr^{3+}) та селену на метаболічні процеси у щурів за експериментального цукрового діабету.

За даними авторів [18] при цукровому діабеті суттєво підвищується активність процесів вільнорадикального окиснення у тканинах та органах, значно перевищуючи здатність системи антиоксидантного захисту протидіяти надлишковому утворенню вільних радикалів. Тому у цьому досліді вирішено корегувати патологічні прояви змодельованого цукрового діабету 2 типу у щурів введенням хрому в комплекс із селеном, основною дією якого є антиоксидантний вплив.

Із *Chlorella vulgaris* Beij. ССАР-211/11в в умовах культивування 7 діб в середовищі Фітцджеральда в модифікації Цендера і Горхема № 11 при 22–25 °С і освітленні 2500 лк протягом 16 год/доба [19] з натрію селенітом – 10,0 мг $\text{Se}^{4+}/\text{дм}^3$ та хрому хлоридом – 5,0 мг $\text{Cr}^{3+}/\text{дм}^3$ отримано і виділено шляхом екстрагування сумішшю хлороформ:метанол=2:1 з наступним триразовим промиванням розчином 1 % КСІ біологічно активний селенхромліпідний комплекс, який містив 0,6 мкг селену, 1,05 мкг хрому в 0,5 мг ліпідів.

При введенні субстанції в 1 % водно-крохмальному розчині щоденно в кількості 1 мл на протязі 14 діб в організмі щурів відмічалось зниження інтоксикаційного фону та оксидативної патології, спричиненої діабетом, а також відбулося покращення вуглеводного та ліпідного обмінів. Насамперед, суттєво знизилися показники оксидативного стресу: при вживанні хрому та селену, виділених з хлорели вміст дієнових кон'югатів сироватки крові знизився на 20 %, рівень ТБК-АП – на 18 %, АФК – на 33 %, а при введенні неорганічних форм мікроелементів – зниження відбулося відповідно на 11 %, 16 % та 11 %, порівняно з показниками тварин із ЦД, яким не проводили лікування. Показники загальної інтоксикації покращилися: щодо показників ЦД препарат знижує вміст МСМ1 (на 9,9 %) та МСМ2 (на 18 %) при вживанні органічних форм, а при введенні селеніту натрію і хлориду хрому – відповідно знизилися показники на 5,7 % та 9 %.

Відмічається активізація показників антиоксидантної системи: рівень відновленого глутатіону сироватки крові при вживанні мікроелементів з ліпідами збільшився на 3,2 %, печінки – на 23,9 %, а при вживанні неорганічних форм – відповідно на 0,65 % та 11,2 %, рівень каталази та супероксиддисмутази печінки незначно знизився. Покращилися показники вуглеводного обміну – фруктозаміну – при вживанні селену і хрому в ліпідному комплексі його рівень знизився на 9,1 % та на 3,6 % – при введенні мікроелементів у неорганічних формах, а зниження рівня глюкози відбулося відповідно на 11,1 % та 5,9 %. При цьому за введення водоростевого комплексу порівняно з ЦД на 27,8 % меншим є вміст холестеролу та на 24 % ЛПНЩ, а при введенні неорганічних форм показники знизилися лише на 6,9 % та 5,8 % відповідно [20].

Таким чином, результати дослідження показали позитивний вплив селенхромліпідного комплексу з *Ch. vulgaris* на метаболізм щурів при експериментальному цукровому діабеті 2 типу над неорганічними формами хрому та селену. Це дозволяє вважати даний комплекс із хлорели перспективним регулятором метаболізму при цукровому діабеті.

Одним з механізмів реалізації нормалізаційних властивостей селен-металових препаратів з хлорели може бути його включення до складу ліпідів [21] та «екранування» їх пероксидації, коли біологічний ефект накопичення селену може полягати у забезпеченні неферментного шляху антиоксидантного захисту ліпідів за зменшення в антиоксидантному захисті ролі каталази та супероксиддисмутази [22].

Хроматографічний та мас-спектрометричний аналіз селеновмісних ліпідів з одноклітинних водоростей *Chlorella vulgaris* [23], *Dunaliella primolecta* та *Porphydium cruentum* [24], вирощених за високих концентрацій Se (IV), показав наявність селену в усіх фракціях ліпідів, однак механізм включення елемента в усі класи ліпідів поки-що не зрозумілий. Проте, включений в ліпіди селен з металами, зв'язується з ними міцно, оскільки при їхньому виділенні у їх складі залишається велика кількість цих мікроелементів. Можливо, процес є результатом включення селену та металів до складу молекул ліпідів за місцем подвійного зв'язку у ненасичених жирних кислотах або за рахунок міжмолекулярної взаємодії координаційно [25], що тим самим дозволяє вважати дані комплекси фізіологічно адекватними та збалансованими.

6. Висновки

1. Селен та хром є біогенними елементами, які займають важливе значення у біохімічних процесах. Їхній дефіцит у продуктах харчування, обумовлює зниження даних мікроелементів в організмі, що призводить до пригнічення обмінних процесів в організмі людини і тварин і сприяє виникненню ряду «хвороб цивілізації», серед яких є цукровий діабет, гіпертонічна хвороба, серцево-судинні, онкологічні захворювання тощо.

2. Використання біологічно активних добавок різного походження та складу дозволяє в більшій чи меншій мірі поповнити запас мікроелементів в організмі. БАД органічної природи мають перевагу над їх неорганічними сполуками та чинять значно більший

терапевтичний ефект при порушеному метаболізмі. Вміле використання харчових добавок з метою досягнення збалансованості раціонів харчування сприятиме оптимізації профілактичних і лікувальних заходів, однак, будь-яке науково не обґрунтоване їх використання може сприяти негативним наслідкам. В зазначених контекстах приваблюють препарати водоростового походження, які можна легко очистити від побічних метаболітів (токсикантів, алергетиків тощо) з отриманням високостабільних ліпідних комплексів.

3. Щоденне згодовування селенхромліпідного комплексу (0,6 мкг селену, 1,05 мкг хрому і 0,5 мг лі-

підів) з *Ch. vulgaris* впродовж 14 діб при експериментальному цукровому діабеті на тлі ожиріння сприяє нормалізації низки показників обміну речовин та зниженню інтоксикаційного фону, який супроводжує цю патологію.

4. Результати дослідження показують перевагу та перспективу використання органічних сполук хрому та селену у складі ліпідного комплексу, виділеного з хлорели, який є ефективнішим при змодельованому ЦД, порівняно з неорганічними сполуками, засвоєння яких в організмі є набагато нижчим та може надавати небажані побічні ефекти.

Література

1. Ekmekcioglu, C. The role of trace elements for the health of elderly individuals [Text] / C. Ekmekcioglu // Nahrung/Food. – 2001. – Vol. 45, Issue 5. – P. 309. doi: 10.1002/1521-3803(20011001)45:5<309::aid-food309>3.0.co;2-0
2. Larsen, H. J. S. Relations between selenium and immunity [Text] / H. J. S. Larsen // Norw. J. Agr. Sci. – 1993. – Vol. 11. – P. 105–119.
3. Forceville, X. Selenium, systemic immune response syndrome, sepsis, and outcome in critically ill patients [Text] / X. Forceville, D. Vitoux, R. Gauzit, A. Combes, P. Lahilaire, P. Chappuis // Critical Care Medicine. – 1998. – Vol. 26, Issue 9. – P. 1536–1544. doi: 10.1097/00003246-199809000-00021
4. Jeejeebhoy, K. N. Chromium and parenteral nutrition [Text] / K. N. Jeejeebhoy // The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine. – 1999. – Vol. 12, Issue 2. – P. 85–89. doi: 10.1002/(sici)1520-670x(1999)12:2<85::aid-jtra5>3.0.co;2-z
5. Cefalu, W. T. Role of Chromium in Human Health and in Diabetes [Text] / W. T. Cefalu, F. B. Hu // Diabetes Care. – 2004. – Vol. 27, Issue 11. – P. 2741–2751. doi: 10.2337/diacare.27.11.2741
6. Amberg, R. Selenocysteine Synthesis in Mammalia: An Identity Switch From tRNASerto tRNASec [Text] / R. Amberg, T. Mizutani, X.-Q. Wu, H. J. Gross // Journal of Molecular Biology. – 1996. – Vol. 263, Issue 1. – P. 8–19. doi: 10.1006/jmbi.1996.0552
7. Громова, О. А. Селен – впечатляющие итоги и перспективы применения [Текст] / О. А. Громова, И. В. Гоголева // Трудный пациент. – 2007. – № 14. – С. 13–17.
8. Гамошинский, М. Д. Селен в питании человека [Текст] / М. Д. Гамошинский // Тер. архив. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. – 2007. – № 3. – С. 6–10.
9. Шабунин, С. В. Токсикологическая характеристика селаданта [Текст] / С. В. Шабунин, Г. А. Востроилова, В. И. Беляев, Ю. П. Балым // Ветеринария. – 2007. – № 8. – С. 20–25.
10. Ortman, K. Effect of selenate as a feed supplement to dairy cows in comparison to selenite and selenium yeast [Text] / K. Ortman, B. Pehrson // Journal of Animal Science. – 1999. – Vol. 77, Issue 12. – P. 3365. doi: 10.2527/1999.77123365x
11. Vincent, J. B. Elucidating a Biological Role for Chromium at a Molecular Level [Text] / J. B. Vincent // Accounts of Chemical Research. – 2000. – Vol. 33, Issue 7. – P. 503–510. doi: 10.1021/ar990073r
12. Stoecker, B. J. Chromium absorption, safety, and toxicity [Text] / B. J. Stoecker // The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine. – 1999. – Vol. 12, Issue 2. – P. 163–169. doi: 10.1002/(sici)1520-670x(1999)12:2<163::aid-jtra13>3.0.co;2-3
13. Золоторьова, О. К. Перспективи використання мікроросточей у біотехнології [Текст] / О. К. Золоторьова, С. І. Шнюкова, О. О. Сиваш, Н. Ф. Михайленко. – К.: Альтерпрес, 2008. – 234 с.
14. Минюк, Г. С. Влияние селена на жизнедеятельность морских и пресноводных микроводорослей [Текст] / Г. С. Минюк, И. В. Дробецкая // Экология моря. – 2000. – Вып. 54. – С. 26–37.
15. Kim, Y. J. Effect of *Chlorella vulgaris* intake on cadmium detoxification in rats fed cadmium [Text] / Y. J. Kim, S. Kwon, M. K. Kim // Nutrition Research and Practice. – 2009. – Vol. 3, Issue 2. – P. 89. doi: 10.4162/nrp.2009.3.2.89
16. Lee, H. S. Effect of *Chlorella vulgaris* on lipid metabolism in Wistar rats fed high fat diet [Text] / H. S. Lee, H. J. Park, M. K. Kim // Nutrition Research and Practice. – 2008. – Vol. 2, Issue 4. – P. 204. doi: 10.4162/nrp.2008.2.4.204
17. Vinjarska, G. Accumulation of selenium in lipids *Chlorella vulgaris* Beijer in vitro. Y International Conference "Actual problems in modern phycology" [Text] / G. Vinjarska, O. Bodnar, A. Stanislavchuk, V. Grubinko. – Chisinau, Moldova, 2014. – P. 153–158.
18. Балаболкин, М. Н. Роль окислительного стресса в патогенезе сосудистых осложнений диабета [Текст] / М. Н. Балаболкин, Е. М. Клебанова // Проблемы эндокринологии. – 2000. – № 6. – С. 34.
19. Топачевский, А. В. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике [Текст] / А. В. Топачевский. – К.: Наукова думка, 1975. – 247 с.
20. Лукашів, О. Я. Метаболічні процеси у щурів при експериментальному діабеті 2 типу за дії неорганічних та органічних сполук селену і хрому [Текст] / О. Я. Лукашів // Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. – Бердянськ: БДПУ, 2017. – С. 194–196.
21. Viniarska, N. B. Chapter 15: Accumulation and Effects of Selenium and Zinc on *Chlorella Vulgaris* Beij. (Chlorophyta) Metabolism [Text] / N. B. Viniarska, O. I. Bodnar, O. V. Vasilenko, A. V. Stanislavchuk // Heavy Metals and Other Pollutants in The Environment. – 2016. – P. 293–314. doi: 10.1201/9781315366029-19
22. Лукашів, О. Я. Вплив селен-хром-ліпідної субстанції із *Chlorella vulgaris* Viej. на окисдаивний статус щурів [Текст] / О. Я. Лукашів, О. І. Боднар, Г. Б. Вінярська, В. В. Грубінко // Медична та клінічна хімія. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 28–34. doi: 10.11603/mcch.2410-681x.2016.v0.i2.6667
23. Винярская, Г. Накопление селена в липидах *Chlorella vulgaris* Beijer. (CHLOROPHYTA) in vitro [Текст] / Г. Виня-

рская, О. Боднар, А. Станиславчук, В. Грубинко // Actual problems in modern phycology, Conferință Internațională. Y International Conference «Actual problems in modern phycology». – Chișinău: CEP USM, 2014. – P. 153–158.

24. Gennity, J. M. The binding of selenium to the lipids of two unicellular marine algae [Text] / J. M. Gennity, N. R. Bottino, R. A. Zingaro, A. E. Wheeler, K. J. Irgolic // Biochemical and Biophysical Research Communications. – 1984. – Vol. 118, Issue 1. – P. 176–182. doi: 10.1016/0006-291x(84)91083-0

25. Selenium [Text] // Alternative Medicine Review. – 2003. – Vol. 8, Issue 1. – P. 63–71.

26. Recommended Dietary Allowances [Text]. – Washington, 1989. doi: 10.17226/1349

Дата надходження рукопису 23.08.2017

Лукашів Ольга Ярославівна, аспірант, кафедра загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, Україна, 46027
E-mail: lukashiv5@gmail.com

Грубінко Василь Васильович, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра загальної біології та методики навчання природничих дисциплін. Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, Україна, 46027

УДК: 577.3

DOI: 10.15587/2519-8025.2017.113599

ЗМІНА ДИНАМІЧНОЇ ВІДПОВІДІ АКТИВНОГО М'ЯЗУ *MUSCLE SOLEUS* ЗА УМОВ ЙОГО ІШЕМІЗАЦІЇ У АЛКОГОЛІЗОВАНИХ ЩУРІВ ПРИ ВВЕДЕНІ C_{60} ФУЛЕРЕНУ

© В. Білобров, Д. Вулицька, О. Ноздренко, С. Зай, О. Мотузюк

*Досліджено ефекти дії біосумісних наноструктур C_{60} на механізми скорочення м'язу *muscle soleus* у алкохолізованих щурів за їх ішемічного ушкодження з метою оцінки терапевтичного ефекту фуллерену C_{60} на часовий розвиток загального патогенезу в ішемічно пошкодженій м'язовій системі.*

*Отримані дані свідчать про виражений захисний ефект C_{60} FAS на динаміку скорочення *muscle soleus* у алкохолізованих щурів при її ішемічному ушкодженні*

Ключові слова: фуллерени, ішемія, м'язи, наноструктури, скорочення, профілактика, корекція, радикал, алкохолізація, *muscle soleus*

1. Вступ

Серед патологій, які розвиваються у скелетних м'язах за різних травм, ішемічні порушення становлять понад 35 %. Вони є однією з основних причин післяопераційних ускладнень та можуть після гострої артеріальної оклюзії призвести до ампутації кінцівок і навіть смертності [1, 2].

У людей, які зловживають алкоголем, досить часто діагностують так званий синдром позиційної ішемії, спричинений стисненням однієї з кінцівок вагою власного тіла внаслідок тривалого перебування у вимушеній позиції [3, 4]. Актуальною проблемою наразі залишається відсутність ефективної терапії ішемічних ушкоджень при дії етанолу [5]. Сьогодні значну зацікавленість викликає новий клас вуглецевих наноструктур – C_{60} -фуллерени, якому притаманні унікальні фізико-хімічні властивості та біологічна активність. Завдяки майже сферичній формі, малому розміру (0,72 нм у діаметрі) та гідрофобним властивостям молекула C_{60} здатна локалізуватись у клітинній мембрані та проникати всередину клітин, а завдяки наявності кон'югованої системи подвійних міжвуглецевих зв'язків – взаємодіяти з вільними радикалами та нейтралізувати їх [6].

2. Літературний огляд

Фуллерени виступають потужними поглиначами вільних радикалів, утворення яких відбувається при ішемічній травмі окремих органів. Дослідження токсичності C_{60} фуллеренів показали, що за низьких концентрацій вони не виявляють токсичних ефектів щодо нормальних клітин, є неімуногенними та неалергенними, здатні регулювати вільнорадикальні процеси у клітинах і тканинах організму, зокрема нейтралізувати надлишок вільних радикалів [7, 8].

При ішемічному пошкодженні, яке підсилене зловживанням алкоголем спостерігається надмірна активація у м'язовій тканині процесів вільнорадикального перекисного окиснення та загальне зменшення роботи антиоксидантних систем організму. Враховуючи вищесказане, вивчення ефективності застосування фуллеренів в якості протектора вільних радикалів на динамічні характеристики ішемізованих скелетних м'язів є важливим питанням фізіології на сучасному етапі досліджень паталогічних станів пов'язаних з дисфункціями опорно-рухового апарату людини.