

Л.О. Святоцька

Львівський національний  
медичний університет  
імені Данила Галицького  
Львів, Україна

Надійшла: 10.09.2024

Прийнята: 12.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2024.3.117-123>

УДК 611.441-018:612.392.9[-08

## ВПЛИВ ГЛУТАМАТУ НАТРІЮ НА МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ В ЕКСПЕРИ- МЕНТІ

Svyatoska L.O.   The effect of monosodium glutamate on the morphofunctional state of the thyroid gland in an experiment.

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine.

**ABSTRACT. Background.** Clinical observations and numerous studies do not provide a clear answer regarding the safe dose of the food additive monosodium glutamate (MSG). The least studied is the effect of MSG on the thyroid gland.

**Objective.** To evaluate the effect of prolonged consumption of monosodium glutamate on the morphofunctional state of the thyroid gland in adult male Wistar rats. **Methods.** The experimental study was conducted on 20 adult male Wistar rats of reproductive age, which received MSG in their diet at a dose of 0.07 g/kg with free access to water. The first group of animals was examined after 4 weeks of the experiment, and the morphofunctional state of the thyroid gland was assessed by determining hormone levels in the blood: free thyroxine (fT4) and pituitary thyroid-stimulating hormone (TSH). After 10 weeks of the experiment, the second group of animals was examined, with the same parameters evaluated as in the first group. **Results.** After 4 weeks of MSG administration, the thyrocytes, as in the control group, were cubic in shape, located on the basement membrane, forming the follicular wall. The nuclear chromatin was distributed homogeneously, the nuclei were basophilic, and the cytoplasm was oxyphilic. Interfollicular cells were present in the interfollicular connective tissue areas. The follicles were surrounded by capillaries and contained oxyphilic-stained colloid. In all areas of the thyroid gland, the follicles were filled with colloid, and lymphoid cell clusters were found in the interfollicular areas. TSH and fT4 levels were determined by radioimmunoassay. The TSH concentration was  $0.66 \pm 0.11$  mIU/L, and free thyroxine (fT4) was  $20.26 \pm 0.82$  pmol/L. At this stage, both values showed no significant deviations. After 10 weeks of the experiment, it was observed that peripherally located functional follicles contained preserved colloid; however, the amount was minimal, and it poorly absorbed the dye. The absence of colloid in the follicular lumen, along with uneven follicular walls with protrusions, was noted. Some thyrocytes were displaced into the follicular lumen, deforming their shape. The cell membrane was indistinct, and the nuclei showed signs of pyknosis. The interfollicular spaces contained diffusely distributed lymphocytes and macrophages. Large clusters of lymphoid cells were found in some areas. The TSH concentration was  $0.08 \pm 0.02$  mIU/L ( $p < 0.001$ ), and free thyroxine (fT4) was  $30.8 \pm 1.51$  pmol/L ( $p < 0.001$ ), indicating a marked hyperproduction of TSH and excessive synthesis of free thyroxine. **Conclusion.** Thus, the use of monosodium glutamate at the administered dose of 70 mg/kg during prolonged consumption promotes the development of thyroid pathology, significantly increasing the concentration of pituitary thyroid-stimulating hormone and causing a pronounced excess of free thyroxine.

**Key words:** thyroid gland, monosodium glutamate, pituitary thyroid-stimulating hormone, free thyroxine, microscopic structure, white rat, experiment.

### Citation:

Svyatoska L.O. [The effect of monosodium glutamate on the morphofunctional state of the thyroid gland in an experiment]. *Morphologia*. 2024;18(3):117-23. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2024.3.117-123>

 Svyatoska L.O. 0009-0006-7499-7001

 [lilysvyatotska@gmail.com](mailto:lilysvyatotska@gmail.com)

© Dnipro State Medical University, «Morphologia»

### Вступ

Результати численних сучасних досліджень вказують, що на морфо-функціональний стан щитоподібної залози впливає не тільки дефіцит йоду, але й інші еколого-геохімічні чинники, а також речовини, що перешкоджають надходженню йоду до організму, сполуки котрі ускладнюють синтез тиреоїдних гормонів або порушують тиреоїдну

регуляцію [1]. Безперечно, недостатність йоду в епідеміології захворюваності на ендемічний зоб займає одне з провідних місць. Однак, на сьогоднішній день встановлено, що не лише недостатність йоду здатна впливати на морфо-функціональний стан щитоподібної залози, а й ціла низка чинників, таких як вплив куріння, споживання алкоголю, фізичної активності, харчування, а також

забруднювачів (хімічних речовин і важких металів) та харчових добавок [2].

Глутамат натрію – одна з найпоширеніших харчових добавок, відома як E621, або MSG. Побічні ефекти систематичного використання E621 об'єднали у так званий «синдром китайського ресторану». Основні симптоми – головний біль, підвищене потовиділення на фоні посиленого серцебиття та загальної слабкості, почервоніння обличчя та шиї, біль у грудях. В сучасному житті характер харчової поведінки населення викликає стурбованість оскільки все частіше спостерігаємо споживання так званого «fast food» [3]. Сумніви щодо споживання та безпечної дози точаться досі.

Опираючись на дані літератури, що стосуються впливу глутамату натрію на стан щитоподібної залози відомо, що викликає помітні гістологічні зміни в тканині щитоподібної залози, що вказує на гіпотиреоз. Фолікулярний епітелій сильно стиснутий, а фолікули збільшені внаслідок посиленого накопичення колоїду. Інші автори повідомляють, що стимуляція 18-місячних щурів, які перинатально отримували MSG, мала позитивний вплив на обидва рівні T3 і T4 [4]. Згідно інших даних стає відомо про кумулятивний ефект глутамату натрію на гіпоталамо-гіпофізарну функцію та секрецію гормонів таких як ТТГ та fT4, що відповідають за метаболізм щитовидної залози. Ще одне дослідження тривалого впливу глутамату у різних дозах вказує на збільшення маси щитоподібної залози та яєчок, також підвищення рівнів ТТГ та зниження рівнів гормонів T3, T4, також тривале дозування MSG провокує зниження рівня статевих гормонів тестостерону, лютеїнізуючого гормону у сироватці крові і рівня фолікулстимулюючого гормону [5]. Гормони щитоподібної залози, як відомо, контролюють метаболізм, ріст та багато інших функцій організму. Щитоподібна залоза, передня частка гіпофіза та гіпоталамус містять систему саморегуляції, яка називається віссю гіпоталамус-гіпофіз-щитоподібна залоза [6, 7]. Основними гормонами, що виробляються щитоподібною залозою, є тироксин або тетрайодтиронін (T4) та трийодтиронін (T3). Тиреотропін-рилізінг-гормон (ТРГ) з гіпоталамуса, тиреотропний гормон (ТТГ) з передньої долі гіпофіза і T4 працюють у синхронній гармонії для підтримки належних механізмів зворотного зв'язку та гомеостазу [8, 9]. Гіпотиреоз, спричинений недостатньою роботою щитоподібної залози, зазвичай проявляється брадикардією, непереносимістю холоду, закрепами, втомою та збільшенням ваги. Навпаки, гіпертиреоз, спричинений підвищеною функцією щитоподібної залози, проявляється втратою ваги, непереносимістю тепла, діареєю, дрібним тремором і м'язовою слабкістю [10]. Йод є незамінним мікроелементом, який всмоктується в тонкій кишці. Він є складовою частиною T3 і T4. Знижене споживання йоду може

спричинити дефіцит йоду та зниження синтезу гормонів щитоподібної залози [11].

### Мета

Провести оцінку впливу мононатрієвої солі глутамінової кислоти при тривалому її споживанні на морфо-функціональний стан щитоподібної залози статевозрілих білих щурів-самців.

### Матеріали та методи

Експеримент проводили на 20 статевозрілих білих щурах-самцях репродуктивного віку лінії Вістар (3,5–4 міс.). На початок експерименту маса щурів становила  $247,0 \pm 5,0$  г. Щоденно 20-ти щурам перорально піпеткою вводили 70 мг/кг глутамату натрію для підсилення смакових характеристик їжі [12] з вільним доступом до води. Контролем слугували щитоподібні залози 10 інтактних білих щурів. Через 4 та 10 тижнів введення глутамату натрію у раціон щурів, їх виводили з експерименту шляхом декапітації (у зв'язку з необхідністю отримання крові для подальших біохімічних досліджень) з використанням ефірного наркозу для евтаназії. Щурів утримували в умовах віварію Львівського Національного університету імені Данила Галицького.

Усі дослідження проведено з дотриманням основних положень GCP (1996), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2013), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009, № 616 від 03.08.2012 і «Порядку вилучення біологічних об'єктів від померлих, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі і патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей», вимог гуманного ставлення до піддослідних тварин, регламентованих Законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 3447-IV від 21.02.2006 р.) та Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 18.03.1986 р.). Для гістологічного дослідження фрагменти щитоподібної залози фіксували у 10% нейтральному розчині формаліну, зневоднювали в спиртах та заливали в парафінові блоки. В подальшому виготовляли гістозрізи товщиною 5-6 мкм, які фарбували гематоксиліном та еозином. Препарати вивчали та фотографували при збільшеннях мікроскопа:  $\times 400$ ,  $\times 1000$ . Для фотографування мікропрепаратів використовували комп'ютерну систему «Aver Media».

В крові щурів визначали рівні гормону щитоподібної залози – вільного тироксину (fT4) та тиреотропного гормону гіпофізу (TSH). Радіоімунологічне визначення вільного тироксину (fT4) відноситься до конкурентних видів аналізу та використовуються мічені антитіла. Зразки інкубували в пробірках, вкритих авідином спільно з монокло-

нальним  $^{125}\text{I}$ -антитілами до тироксину та аналогом тироксину (лігандом). Концентрацію Т4 визначали методом інтерполяції по калібрувальній кривій. Імунорадіометричне визначення тиреотропного гормону (TSH) належить до аналізів типу «сендвіч». В наборі використовували два види мишачих моноклональних антитіл до різних епітопів ТТГ. Досліджувані зразки, контрольні та калібрувальні проби інкубували в пробірках, вкритих одним видом моноклональних антитіл, спільно з розчином других моноклональних антитіл мічених  $^{125}\text{I}$ . Концентрацію ТТГ визначали методом інтерполяції по калібрувальній кривій. Усі дослідження проводились на установці для радіоімунохімічних досліджень ГАММА-800.

### Результати та їх обговорення

Щитоподібна залоза у першої групи експериментальних білих щурів, як і контрольних тварин, вкрита сполучнотканинною оболонкою. Трабекули представлені пухкою сполучною тканиною,

що розділяють щитоподібну залозу на часточки. Трапляються фолікули округлої та овальної форм. Тиреоцити кубічної форми, що розташовані на базальній мембрані формують стінку фолікула. В ядрах округлої форми хроматин розподіляється гомогенно, фарбується базофільно, цитоплазма фарбується оксифільно (рис. 1). Виявлено інтерфолікулярні клітини, що розташовані між фолікулами в ділянках міжфолікулярної сполучної тканини. Фолікули, оточені капілярами та містять оксифільно забарвлений колоїд. У центральній та периферичній частинах щитоподібної залози фолікули заповнені колоїдом, в міжфолікулярних ділянках подекуди містяться скупчення лімфоїдних клітин.

Радіоімунологічним методом визначали рівні ТТГ та fT4. Концентрація ТТГ становила  $0,66 \pm 0,11$  мМО/л ( $p < 0,001$ ), а вільного тироксину (fT4)  $20,26 \pm 0,82$  пмоль/л ( $p < 0,001$ ).

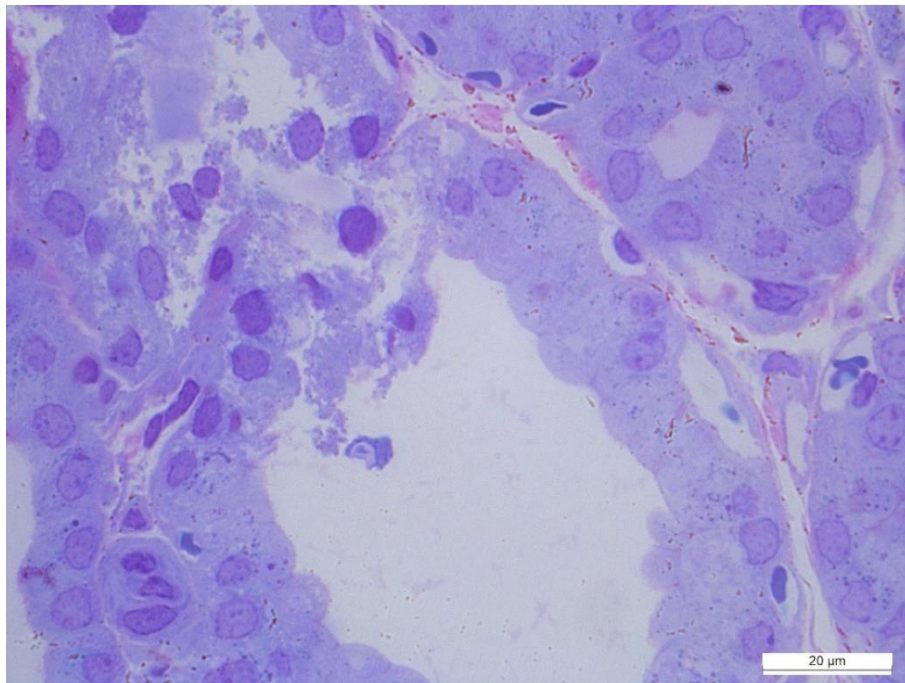


Рис. 1. Фрагмент щитоподібної залози білого щура після 4 тижнів споживання глютамату натрію. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксиліном та еозином.  $\times 400$ .

Мікроструктура щитоподібної залози у щурів другої групи: периферично розташовані функціональні фолікули, що містять збережений колоїд, однак кількість його незначна і він погано накопичує барвник. Деякі фолікули з невеликою кількістю колоїду, а в деяких він повністю відсутній. Подекуди тиреоцити, що формують стінку фолікулів, містять усі структурні елементи клітин, вони кубічної та округлої форми, ядро займає центральне розташування, хроматин розподіляється рівномірно, оболонка ядра чітко візуалізується. Ядра тиреоцитів фарбуються базофільно,

цитоплазма оксифільно (рис. 2). В просвіті фолікулів спостерігали відсутність колоїду, а також нерівномірність стінки у вигляді випинів (рис. 3). Трапляються тиреоцити зміщені в просвіт фолікулів, що деформує їхню форму. Багато тиреоцитів погано сприймають барвник. Цитолема їх нечітка та ядро з ознаками пікнозу. В пухкій сполучній тканині міжфолікулярного простору розташовані інтерфолікулярні клітини овальної та округлої форми з ознаками гіперплазії. Вони містять ядро округлої форми з гомогенним хроматином та цитоплазму з ознаками базофілії. В міжфолікулярних просторах дифузно розташовані лімфоцити та



макрофаги (рис. 4). Виявлено ділянки, особливо між фолікулами, що містять скупчення лімфоїдних клітин великих розмірів. У міжчасточковій сполучній тканині теж наявні скупчення лімфоїдних клітин. Щитоподібна залоза другої групи тварин передусім визначається зменшенням кількості колоїду, при цьому колоїд, зменшуючись в об'ємах віддаляється від тиреоцитів, при цьому колоїд часто зміщується деформує форму самих

фолікулів. Іноді маса колоїду зміщує цитоплазму з ознаками базофілії. Визначали функціональний стан щитоподібної залози у другої групи тварин. Концентрація ТТГ становила  $0,08 \pm 0,02$  мМО/л ( $p < 0,001$ ), а вільного тироксину (fT4)  $30,8 \pm 1,51$  пмоль/л ( $p < 0,001$ ), що свідчить про виражену гіперпродукцію ТТГ та надмірний синтез вільного тироксину.

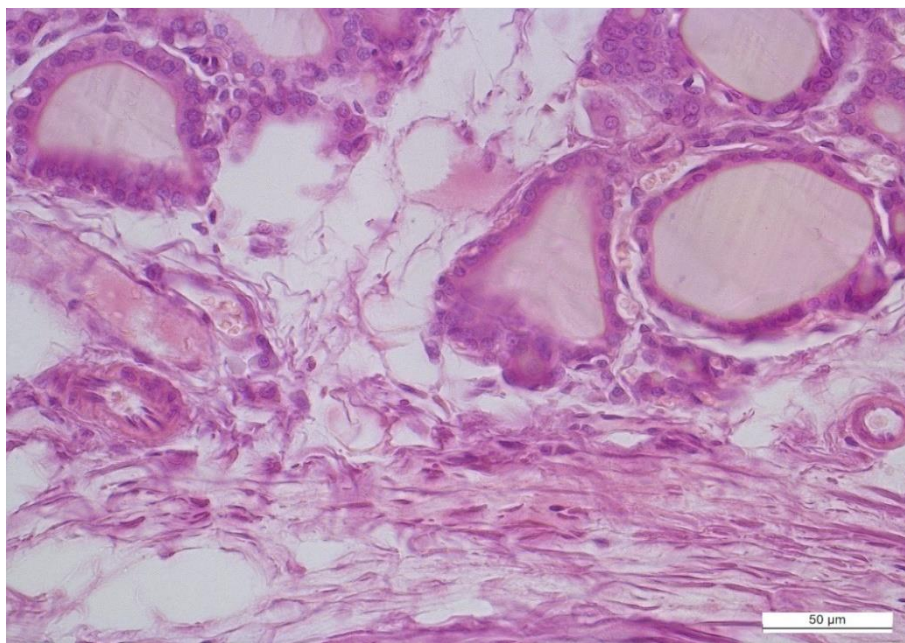


Рис. 2. Фрагмент щитоподібної залози білого щура після 10 тижнів споживання глютамату натрію. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксилином та еозином.  $\times 400$ .

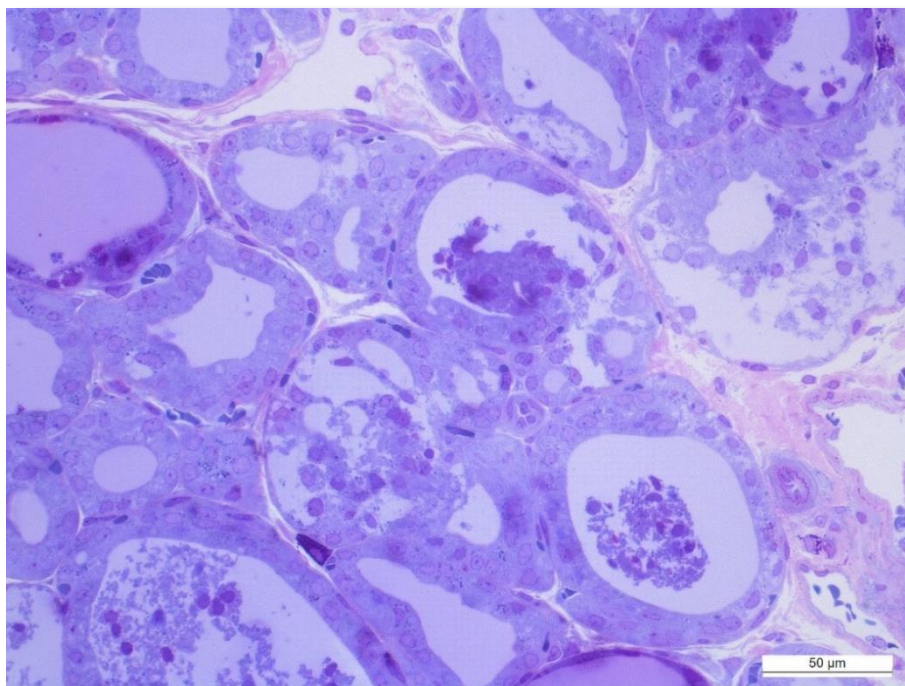


Рис. 3. Фрагмент щитоподібної залози білого щура після 10 тижнів споживання глютамату натрію. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксилином та еозином.  $\times 400$ .

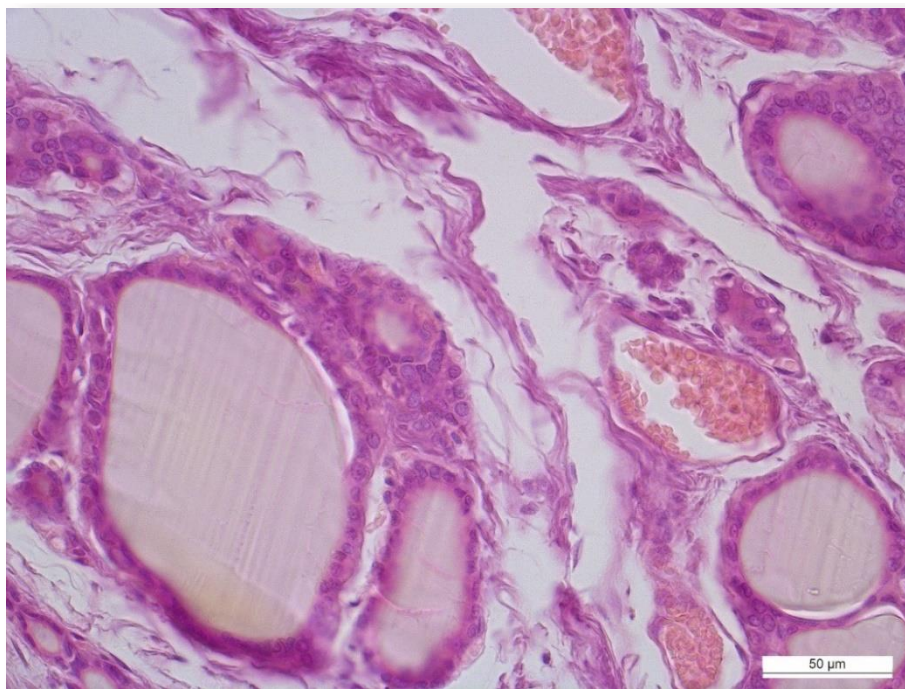


Рис. 4. Фрагмент щитоподібної залози білого щура після 10 тижнів споживання глютамату натрію. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксиліном та еозином.  $\times 400$ .

Таким чином, встановлено залежність глибини морфологічних змін щитоподібної залози від тривалості прийому глютамату натрію. Можна стверджувати, що споживання харчової добавки впродовж 10 тижнів та у дозі 70/мг/кг стимулює збільшення кількості ТТГ та вільного тироксину, що свідчить про розвиток тиреоїдної патології щитоподібної залози експериментальних щурів. Виявлено виражені зміни мікро- та макроструктури щитоподібної залози через 10 тижнів експерименту, порівняно з інтактними тваринами та експериментальними тваринами, які споживали глютамат натрію лише впродовж 4 тижнів. Визначено значне зменшення кількості колоїду, при цьому колоїд, зміщуючись деформує форму фолікулів, нечітку цитолему та ядра з ознаками пікнозу. В ділянках сполучної тканини міжфолікулярного простору розміщені інтрафолікулярні клітини з ознаками гіперплазії та скупчення лімфоїдних клітин великих розмірів.

Дослідження інших авторів вказують, що через 40 днів спостерігалось помітне зниження вмісту гормону росту та лютеїнізуючого гормону в передній частці гіпофізу у самців і самок щурів, які отримували MSG. Схожу залежність виявляли й у інших дослідженнях після тривалого прийому MSG, результати гормонального дослідження показали наявність значного зниження ( $p \leq 0,05$ ) середніх рівнів Т3, Т4, фолікулстимулюючого гормону, лютеїнізуючого гормону, тестостерону та підвищення рівня ТТГ у сироватці груп щурів, які отримували глютамат натрію, що підтверджує

отримані нами результати. Дані інших дослідників, що вивчали вплив MSG протягом восьми тижнів, вказують на деструктивні та запальні зміни підшлункової залози, зміни в структурі її ацинусів, зокрема пікноз та лізис ядер екзокриноцитів, судини з ознаками стазу [13]. Схожу залежність розвитку патологічних змін структури органів від терміну споживання глютамату натрію виявили інші дослідники при вивченні впливу вказаної харчової добавки на морфологічний стан селезінки та лімфатичних вузлів [14, 15]. Відмічається розвиток ангіопатій за умов споживання глютамату натрію [16].

#### Підсумок

Харчова добавка глютамат натрію при введенні його в раціон протягом чотирьох тижнів не веде до значних морфо-функціональних змін у щитоподібній залозі експериментальних тварин, що підтверджено гістологічно та при визначенні ТТГ та вільного тироксину. Через десять тижнів введення в раціон глютамату натрію виявлено глибокі та виразні морфологічні зміни цитоархітекτονіки щитоподібної залози, зокрема значну деформацію фолікулярних клітин, зменшення чи відсутність колоїду, ядра з ознаками пікнозу. Ділянки, між фолікулами містять скупчення лімфоїдних клітин великих розмірів. При тривалому споживанні глютамату натрію відмічається значне підвищення концентрації тиреотропного гормону гіпофізу та вираженого надміру вільного тироксину.

#### Перспективи подальших досліджень

Дослідження у подальшому будуть пов'язані



з вивченням морфометричних та електронно-мікроскопічних змін структурних компонентів щитоподібної залози щурів при тривалому введенні та відміні глутамату натрію.

#### **Інформація про конфлікт інтересів**

Потенційних або явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

#### **Джерела фінансування**

Дослідження проведено в рамках науково-дослідної теми «Морфо-функціональні особливості органів у пре- та постнатальному періодах онтогенезу, при впливі опіоїдів, харчових добавок, реконструктивних операціях та ожирінні» (номер державної реєстрації 0120U002129).

#### **Літературні джерела**

#### **References**

1. Gruppen EG, Kootstra-Ros J, Kobold AM, et al. Cigarette smoking is associated with higher thyroid hormone and lower TSH levels: the PREVENT study. *Endocrine*. 2020;67(3):613-622. doi:10.1007/s12020-019-02125-2
2. Brdar D, Gunjača I, Pleić N, et al. The effect of food groups and nutrients on thyroid hormone levels in healthy individuals. *Nutrition*. 2021;91-92:111394. doi:10.1016/j.nut.2021.111394
3. Kayode OT, Bello JA, Oguntola JA, Kayode AAA, Olukoya DK. The interplay between monosodium glutamate (MSG) consumption and metabolic disorders. *Heliyon*. 2023;9(9):e19675. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e19675
4. Miskowiak B, Partyka M. Effect of neonatal treatment with MSG (monosodium glutamate) on thyroid of the adult male rats. *Histol Histopathol*. 1999;14(1):63-67. doi:10.14670/HH-14.63
5. Mondal M, Sarkar K, Nath PP, Paul G. Monosodium glutamate suppresses the female reproductive function by impairing the functions of ovary and uterus in rat. *Environ Toxicol*. 2018;33(2):198-208. doi:10.1002/tox.22508
6. Ishii S, Amano I, Koibuchi N. The Role of Thyroid Hormone in the Regulation of Cerebellar Development. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2021;36(4):703-716. doi:10.3803/EnM.2021.1150
7. Babić Leko M, Gunjača I, Pleić N, Zemunik T. Environmental Factors Affecting Thyroid-Stimulating Hormone and Thyroid Hormone Levels. *Int J Mol Sci*. 2021;22(12):6521. Published 2021 Jun 17. doi:10.3390/ijms22126521
8. Hoermann R, Pekker MJ, Midgley JEM, Dietrich JW. The role of supporting and disruptive mechanisms of FT3 homeostasis in regulating the hypothalamic-pituitary-thyroid axis. *Ther Adv Endocrinol Metab*. 2023;14:20420188231158163. doi:10.1177/20420188231158163
9. Jeger M, Sloot YJE, Horst RT, et al. Thyrotrophin and thyroxine support immune homeostasis in humans. *Immunology*. 2021;163(2):155-168. doi:10.1111/imm.13306
10. Sirikul W, Sapbamrer R. Exposure to pesticides and the risk of hypothyroidism: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2023;23(1):1867. doi:10.1186/s12889-023-16721-5
11. Bílek R, Dvořáková M, Grimmichová T, Jiskra J. Iodine, thyroglobulin and thyroid gland. *Physiol Res*. 2020;69(2):S225-S236. doi:10.33549/physiolres.934514.
12. Mateshuk-Vaceba LR, Garapko TV, Kirik HA, Blishchak NB, Primachenko VI, Pidval'na UE, et al, inventors; L'vivs'kyi natsional'nyy medychnyy universytet imeni Danyla Halyts'koho, assignee. Sposib modelyuvannya eksperimental'nogo alimenterarnogo ozhirinnya oposeredkovanim vplyvom glutamatu natriyu. Ukrainian patent UA 144191. 2020 Sep 10. Int. CI. Ukrainian.
13. Litvak YuV, Kochmar NYu, Holovatskyi AS, Getsko OI, Zavadska MB. [Morphological and morphometric studies of the structural components of the exocrine part of the rat pancreas under the influence of monosodium glutamate]. *Morphologia*. 2023;17(4):27-33. Ukrainian. doi: 10.26641/1997-9665.2023.4.27-33
14. Harapko TV. [Submicroscopic changes of the spleen under the action of monosodium glutamate and correction with melatonin]. *Morphologia*. 2020;14(3):22-28. Ukrainian. doi: 10.26641/1997-9665.2020.3.22-28
15. Harapko T, Mateshuk-Vatseba L, Goncharuk-Khomyn M, Bekesevych A, Lytvak Yu. Changes in the Structural Organization of Lymph Nodes and Biochemical Indicators of Blood Due to the Action of Sodium Glutamate. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2020;13(4):1578-1584.
16. Sodomora O. The Effect of Monosodium Glutamate Consumption on Carotid Sinus Morphology: an Electron Microscopy Experimental Study. *Вісник проблем біології та медицини*. 2022;4(167):316-321. DOI 10.29254/2077-4214-2022-4-167-316-321

**Святоцька Л.О. Вплив глутамату натрію на морфо-функціональний стан щитоподібної залози в експерименті.**

**РЕФЕРАТ. Актуальність.** Клінічні спостереження та численні дослідження не дають однозначної відповіді про безпечну дозу харчової добавки глутамату натрію. Найменш дослідженим є вплив MSG на

щитоподібну залозу. **Мета.** Провести оцінку впливу глютамату натрію при тривалому споживанні на морфо-функціональний стан щитоподібної залози статевозрілих білих щурів-самців. **Методи.** Експериментальне дослідження проведено на 20 статевозрілих білих щурах-самцях репродуктивного віку лінії Вістар котрі отримували в раціон глютаMAT натрію у дозі 0,07 г/кг з вільним доступом до води. **Результати.** Першу групу тварин виводили через 4 тижні експерименту та проводили оцінку морфо-функціонального стану щитоподібної залози шляхом визначення в крові щурів рівнів гормонів: вільного тироксину (fT4) та тиреотропного гормону гіпофізу (TSH). Через 10 тижнів експерименту виводили тварин другої групи та оцінювали ті ж показники що й у тварин першої групи. Через 4 тижні введення глютамату натрію тиреоцити, як і в контролі, кубічної форми, розташовані на базальній мембрані, формують стінку фолікула. Хроматин ядра розподіляється гомогенно, ядра фарбуються базифільно, цитоплазма – окифільно. Трапляються інترفолікулярні клітини, в ділянках міжфолікулярної сполучної тканини. Фолікули, оточені капілярами та містять окифільно забарвлений колоїд. В усіх ділянках щитоподібної залози фолікули заповнені колоїдом, в міжфолікулярних ділянках трапляються скупчення лімфоїдних клітин. Радіоімунологічним методом визначали рівні ТТГ та fT4. Концентрація ТТГ становила  $0,66 \pm 0,11$  мМО/л, а вільного тироксину (fT4) –  $20,26 \pm 0,82$  пмоль/л. Значення обидвох показників на даному терміні не мають значних відхилень. Через 10 тижнів експерименту можна стверджувати, що периферично розташовані функціональні фолікули містять збережений колоїд, однак кількість його незначна і він погано накопичує барвник. В просвіті фолікулів спостерігали відсутність колоїду, а також нерівномірність стінки у вигляді випинів. Виявляли тиреоцити, зміщені в просвіт фолікулів, що деформує їхню форму. Цитолема нечітка, ядра з ознаками пікнозу. Міжфолікулярні простори містять дифузно розташовані лімфоцити та макрофаги. Трапляються ділянки зі скупченням лімфоїдних клітин великих розмірів. Концентрація ТТГ становила  $0,08 \pm 0,02$  мМО/л ( $p < 0,001$ ), а вільного тироксину (fT4)  $30,8 \pm 1,51$  пмоль/л ( $p < 0,001$ ), що свідчить про виражену гіперпродукцію ТТГ та надмірний синтез вільного тироксину. **Підсумок.** Таким чином, глютаMAT натрію у використаному дозуванні 70 мг/кг при тривалому споживанні сприяє розвитку тиреоїдної патології, де значно підвищується концентрація тиреотропного гормону гіпофізу та вираженого надміру вільного тироксину.

**Ключові слова:** щитоподібна залоза, глютаMAT натрію, тиреотропний гормон гіпофізу, вільний тироксин, мікроскопічна будова, білий щур, експеримент.