

УДК 616.3:615.24

ХАРЧОВА ДОБАВКА ГЛУТАМАТ НАТРІЮ (E621): ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ ТА ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Морозова Л. П., к.х.н., старший викладач кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва і годівлі
<https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-07>

Предмет. Сьогодні у багатьох країнах світу асортимент харчових продуктів настільки широкий, що вибаглива сучасна людина не хоче споживати одноманітну їжу. Наш організм звик до різних барв смаку та аромату і потребує їх щоденного споживання. Проте ми не знаємо, чи корисно вживати такі продукти щодня та як це може позначитись на нашому здоров'ї згодом. **Мета.** Аналіз даних літературних джерел, які присвячені науковим дослідженням щодо використання харчової добавки глутамату натрію (E621) в харчовій промисловості та вплив цієї речовини на органи та системи організму людини і тварин. При виробництві продуктів харчування для подовження терміну придатності їх піддають термічній обробці, але це руйнує сполуки, які надають продукту забарвлення, смак та аромат. Аби цього уникнути, виробники додають відповідні барвники, смакові та ароматичні добавки. Підсилювачі смаку та аромату широко використовуються у напівфабрикатах, концентратах, чіпсах, сухариках, баночно-пляшкових соусах, бульйонних кубиках, сухих супах, приправах, консервах а також у закладах швидкого харчування. Однією з найпопулярніших харчових добавок у світі є підсилювач смаку та аромату – глутамат натрію або «китайська сіль» (E621). В Японії вважається, що підсилювач смаку E621 передає так званий «п'ятий смак» («умамі»), у В'єтнамі глутамат натрію називають «луковою сіллю», в Китаї його використовують як «смакову приправу». Глутамат натрію може утворюватися в продуктах природним шляхом (наприклад, в соєвому соусі або сирі рокфор) або ж додаватися до них штучно. Як хімічна речовина широко зустрічається в тваринному і людському організмі. **Методи.** При написанні статті використовували аналітичні методи досліджень. **Результати.** Проаналізовано та узагальнено літературні дані щодо властивостей, добування та використання харчової добавки глутамату натрію (E621) у технологіях виробництва продуктів харчування. Зроблено висновок про доцільність та безпечність застосування глутамату натрію в харчовій промисловості. **Сфера застосування результатів.** Різні дози харчової добавки глутамату натрію (E621) можливо додавати у ряд харчових продуктів у безпечних кількостях, які не спричинювали б токсичної дії на живий організм.

Ключові слова: глутамат натрію, підсилювач смаку, уамі, “синдром китайського ресторану”, метаболізм, когнітивні функції, ожиріння, гепатотоксичність, астма.

FOOD ADDITIVE MONOSODIUM GLUTAMATE (E621): PROSPECTS FOR USE IN THE FOOD INDUSTRY AND IMPACT ON THE HUMAN BODY

Liubov Morozova, Ph.D., Chemistry, Senior Lecturer of the Department Technologies, Processing of Livestock Products and Feeding
<https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>
Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-07>

Subject. Today, in many countries of the world, the range of food products is so wide that a picky modern person does not want to consume monotonous food. Our body is used to different colors of taste and aroma and needs their daily consumption. However, we do not know whether it is useful to use such products every day and how it may affect our health later. **Purpose.** The analyze data from literary sources devoted to scientific research on the use of food additive sodium glutamate (E621) in the food industry and the effect of this substance on human and animal organs and systems. In the production of food products, they are subjected to heat treatment to extend their shelf life, but this destroys the compounds that give the product its color, taste and aroma. To avoid this, manufacturers add appropriate

dyes, flavoring and aromatic additives. Flavor and aroma enhancers are widely used in semi-finished products, concentrates, chips, crackers, canned and bottled sauces, bouillon cubes, dry soups, seasonings, canned food, and also in fast food establishments. One of the most popular food additives in the world is a taste and aroma enhancer – monosodium glutamate or "Chinese salt" (E621). In Japan, it is believed that the taste enhancer E621 conveys the so-called "fifth taste" ("umami"), in Vietnam monosodium glutamate is called "onion salt", in China it is used as a "flavoring seasoning". Monosodium glutamate can be formed naturally in foods (for example, in soy sauce or Roquefort cheese) or added to them artificially. As a chemical substance, it is widely found in the animal and human body. **Methods.** When writing the article, analytical research methods were used. **Results.** Literary data on the properties, extraction and use of sodium glutamate (E621) food additive in food production technologies were analyzed and summarized. A conclusion was made about the expediency and safety of monosodium glutamate in the food industry. **Scope of results.** The field of application of studies of the multifaceted effect on the human body and experimental animals of various doses of the food additive monosodium glutamate (E621) is the possibility of adding it to a number of food products in safe quantities that would not cause a toxic effect on a living organism.

Key words: monosodium glutamate, taste enhancer, umami, "Chinese restaurant syndrome", metabolism, cognitive functions, obesity, hepatotoxicity, asthma.

Глутамат натрію (лат. *natrii glutamas*) – мононатрієва сіль глутамінової кислоти, відома як популярна харчова добавка E621, «підсилювач смаку», яку добувають природним шляхом з кокосової кислоти, деяких видів водоростей, дріжджових і соєвих екстрактів, клейковини пшениці. Натуральний глутамат натрію утворюється природним шляхом у деяких харчових продуктах: сирах, м'ясних делікатесах, грибах, томатах, соєвому соусі та ін. [1].

Хімічно чистий глутамат натрію вперше був виділений в 1907 році співробітником Токійського Імператорського Університету – професором Ікедою Кікунае. Він вирішив визначити цю речовину в складі водоростей комбу, яка робить страви з ними більш смачними. Глутамат натрію він отримував гідролізом соєвого і пшеничного білка. У 1909 році йому був виданий патент на спосіб виробництва харчових препаратів з глутаматом натрію. Добавку стали випускати в Японії на продажі під назвою «адзіномото» – «сутьність смаку».

Також робилися спроби штучного синтезу добавки, проте вони не прижилися через складності розділення ізомерів глутамінової кислоти (смак має тільки один з двох). Потім, у 1960-1970 роках було відкрито недороге масове виробництво глутамату натрію методом ферментації. Зараз у промисловому виробництві глутамат натрію видобувається переважно методом бактеріального бродіння. Початковою сировиною є крохмаль, цукровий буряк, цукрова тростина або патока. У бродінні беруть участь бактерії дріжджових видів: *Brevibacterium*, *Arthrobacter*, *Microbacterium* та *Corynebacterium*. Тому з точки зору технічного регламенту, який класифікує речовини на натуральні і ненатуральні, добавка є натуральною речовиною [2].

Як харчова добавка глутамат натрію широко застосовується з початку ХХ століття, коли він був вперше отриманий Ікедою Кікунае. Він зареєстрований в якості харчової добавки E621, в європейських країнах іноді позначається як MSG (англ. глутамат натрію). Загалом щороку людство споживає понад 200 тис. тонн глутамату. Наприклад, протягом одного року на українському ринку з'являється 3 тис. тонн глутамату натрію. Важко знайти напівфабрикати чи готові продукти, виготовлені промисловим способом, у яких не було б цієї добавки [3,4]. За даними про використання харчових добавок можна побачити, що саме добавку E621 в Україні застосовують частіше, ніж у країнах Європи (рис. 1).

В якості добавки найбільш часто застосовується саме глутамат натрію, а не калію або інших елементів, оскільки це технологічно простіше, і смак глутамату натрію більш виражений. Довгий час вважалося, що глутамат підсилює смакові відчуття за рахунок збільшення чутливості рецепторів мови. Однак у 2002 році було відкрито, що людський язик має L-глутаматові рецептори, які є відповідальними за абсолютно окремий смак, названий "умами". Глутамінова кислота для організму є маркером білка: якщо в їжі є

білок, то це і є дана амінокислота. Відповідно, смак умами – це спосіб, за яким організм людини знаходить їжу, багату на білок. Саме тому глутамат такий приємний на смак, що з успіхом і використовується у харчовій промисловості. Смак глутамату натрію в натуральних продуктах не відрізняється від смаку добавки, отриманої штучним шляхом.

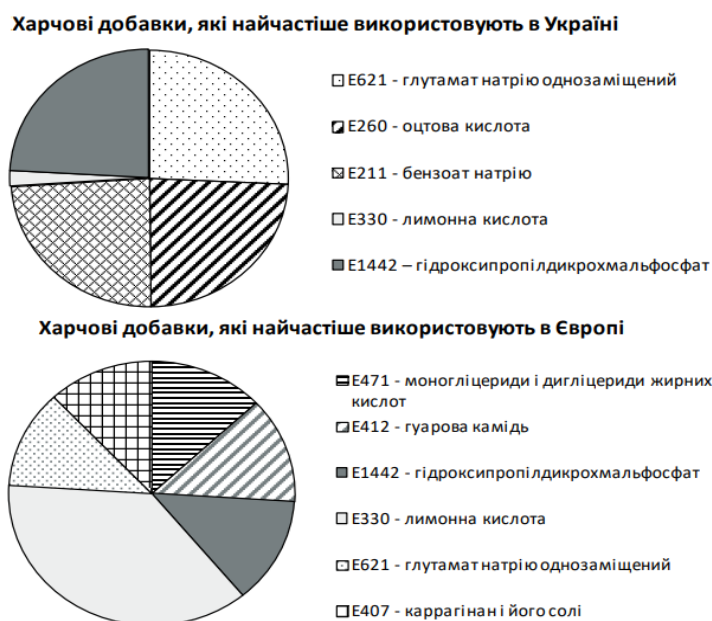


Рис.1. Харчові добавки, які найчастіше використовують в Україні та країнах Європи

Нормою застосування глутамату натрію у харчовій промисловості є 1% від маси твердого продукту та 0,3% – від маси рідини. Але в усьому світі допустимою нормою для людини є 120 мг/кг ваги тіла, а у регламенті Митного союзу країн ЄС цей показник складає не більше 10 г на 1 кг маси тіла. Зазвичай, виробники не перевищують ці ліміти, інакше добавка тільки зіпсує смак їжі [3].

Назва «підсилювач смаку» є некоректним перекладом англійської назви *flavor enhancer* – дослівно це «покращувач, збагачувач смаку». Єдиний смак, який глутамат може посилити, – це смак умами, так само як сіль підсилює солоний, а цукор – солодкий смак.

Основні параметри харчової добавки Е 621: білий кристалічний порошок, добре розчинний у воді, при контакт з водою дисоціює на катіони натрію і аніони глутамату (рис. 2); без смаку і запаху; хімічна формула глутамату натрію – $C_5H_8NNaO_4$ (рис. 3).



Рис. 2. Глутамат натрію (Е 621)

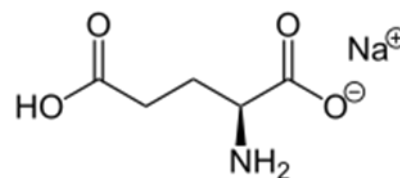


Рис. 3. Структурна формула глутамату натрію

Глутамат натрію, що міститься в натуральних продуктах, має благотворний вплив на травну систему: стимулює виділення шлункового соку; покращує перистальтику кишечника, його моторику; зміцнює імунітет; нейтралізує шкідливий вплив аміаку,

сприяючи його виведенню з організму; допомагає лікувати хвороби центральної нервової системи; сприяє виробленню білка глутатіону, який підтримує імунітет [4].

У невеликих кількостях глутамат натрію можна вважати безпечною добавкою, але при систематичному вживанні добавки E621 у великих кількостях у людини може спостерігатися ряд побічних ефектів. При вживанні великої кількості добавки E621 можуть виникати такі явища, як: головний біль; проблеми зі шлунком та кишечником; набір маси тіла (можливо ожиріння); алергічні реакції; підвищене потовиділення; посилене серцебиття; біль у грудях; почервоніння обличчя і шиї; загальна слабкість.

Прояв цих ознак внаслідок вживання великої кількості глутамату натрію називають «синдромом китайського ресторану» у зв'язку з тим, що в східній кухні ця добавка використовується в багатьох продуктах у великих кількостях. Також можливі харчові отруєння, оскільки глутамат натрію здатний приховувати неприємні запахи і продовжувати термін придатності продукту, тому є ризик з'їсти вже зіпсовану їжу під виглядом свіжої [5,6].

У харчовій промисловості харчова добавка E621 застосовується для підсилення смаку: приправ; бульйонних кубиків; м'ясних виробів – ковбас, сосисок, фаршу, сарделок; соусів, кетчупів, майонезів; консервованих і заморожених напівфабрикатів; картопляних чіпсів; їжі з ресторанів швидкого харчування; напівфабрикатів – заморожених млинчиків, чебуреків, котлет; рибних, м'ясних, фруктових консервів; сухариків і снєків. Глутамат натрію робить смак продукту максимально яскравим. Також добавка E 621 пригнічує ріст шкідливих мікроорганізмів, продовжуючи термін придатності товару [7].

У косметичній промисловості використовується глутамат натрію, отриманий з кокосової кислоти. Його додають в засоби по догляду за шкірою обличчя, ароматизовані емульсії, креми, кондиціонери для волосся і тіла, де він має пом'якшувальні властивості, підтримує рівень pH, зміцнює ліпідний шар шкіри, знижує чутливість, очищає епітелій, допомагає не пересушувати шкіру.

В літературі присутні дані щодо застосування глутамату натрію не лише в якості харчової добавки. Зокрема, автори роботи [8] повідомляють про достовірне покращення когнітивних функцій (а саме – смакових відчуттів) у пацієнтів, хворих на деменцію, які отримували 0,9 г натрію глутамату щодобово. У роботі [9] також повідомляється про позитивний вплив глутамату натрію на процеси ремоделювання кісток у мишей, які мали дефіцит білку в раціоні. Дослідники [10] розглядають можливості використання глутамату натрію в таргетній терапії раку простати для захисту нирок та слинних залоз. Основні роботи з вивчення впливу глутамату натрію на організм виконано на піддослідних тваринах – білих нелінійних щурах. Деякі автори [11] припускають, що дози глутамату натрію, які зазвичай даються лабораторним тваринам в процесі експерименту, є некоректними та значно більшими за ті, які отримує людина при щоденному споживанні. Отже, існує різна думка авторів щодо екстраполяції результатів експериментальних досліджень із лабораторними тваринами на людський організм. Однак, такі результати в будь-якому випадку є базовими для подальших клінічних досліджень [12,13].

Загальний вплив глутамату натрію на організм людини та тварин, в основному, описано в якості метаболічних порушень. Доведено, що збільшення добової дози споживання глутамату натрію навіть на 1 г суттєво підвищувало ризик розвитку метаболічного синдрому та надмірної ваги у конкретної популяції людей, незалежно від способу харчування та рівня фізичної активності [14]. Встановлено, що регулярне споживання глутамату натрію пов'язане із підвищенням артеріального тиску, особливо у дорослих жінок [15]. Дані узгоджуються з результатами [16], які повідомляють не лише про підвищення артеріального тиску у щурів при підшкірному введенні глутамату натрію в дозі 2 мг/кг протягом 21 дня, але і збільшення маси тіла, розвиток інсуліно-резистентності та порушення серцевого ритму. У роботі [17] було експериментально

доведено, що споживання високих доз глутамату натрію протягом тривалого періоду часу призводило до коливань температури тіла, анемії внаслідок еритроцитопенії та ожиріння у щурів. Так, ожиріння та інші системні наслідки також пояснюються нейротоксичною дією глутамату натрію, зокрема, його впливом на аркуатне та вентромедіальне ядра гіпоталамуса. На думку деяких дослідників, саме ураження гіпоталамуса в свою чергу призводило до збільшення маси тіла, підвищення відкладення жиру та інших метаболічних розладів, гіподинамії, порушення секреції інсуліну та соматостатину [18, 19, 20]. Групою дослідників [21] встановлено, що при моделюванні ожиріння у щурів за допомогою п'ятикратного підшкірного введення глутамату натрію в дозі 4 мг/г в жировій тканині тварин підвищувався рівень лептину, а рівень адипонектину – в сироватці крові. Вищезгадані дані узгоджуються з результатами досліджень, які свідчать про виникнення глюкозурії у мишей, яким давали глутамат натрію з метою моделювання ожиріння. При цьому в крові тварин зростав рівень глюкози, інсуліну, загального холестерину та тригліцеридів. На фоні ураження підшлункової залози у мишей розвинувся цукровий діабет II типу (неінсулінозалежний) без поліфагії [22]. Подекуди у лабораторних тварин на фоні прийому глутамату натрію розвивалося ожиріння навіть за відсутності гіперінсулінемії [23]. При додаванні глутамату натрію в питну воду хом'ячкам в кількості 20 мг/мл у комплексі з дієтою з високим вмістом жиру та фруктози протягом 8 місяців зафіксували експресію білку KIM-1 (kidney injury molecule-1), який є маркером токсичного або ішемічного ураження ниркових каналців. Білок KIM-1 було виявлено переважно в корковій зоні нирок з апікальної сторони клітин проксимальних каналців. Рівень креатиніну в сироватці крові при цьому залишався в межах норми, що вірогідно свідчило про те, що патологічний процес в нирках знаходився на початковій стадії і компенсувався організмом [24]. В одиничних джерелах описано випадки анафілактичних реакцій на глутамат натрію у людини [25].

Неодноразово повідомляється про зміни біохімічних показників крові на фоні вживання глутамату натрію, що найчастіше пов'язане з ураженнями нирок та печінки. Так, у щурів та мишей, які отримували глутамат натрію, достовірно підвищувалися рівень холестерину, тригліцеридів, сечової кислоти, активність аланін-трансамінази в сироватці крові та накопичення бета-амілоїдного білку в організмі [23, 26, 27]. Вірогідно, це пов'язане із ураженнями нирок та печінки. При експериментальному згодовуванні глутамату натрію щурам в дозі 0,6 та 1,6 мг/г реєстрували підвищення активності ферментів АЛТ та ГГТ на фоні зниження кількості загального білка, альбумінів та білірубіну в сироватці крові. Макроскопічно реєстрували збільшення нирок та печінки, що підтвердило гепато- та нефротоксичну дію глутамату натрію [28]. Також було зареєстровано фіброз та новоутворення в тканинах печінки у щурів при згодовуванні глутамату натрію в дозі 0.04 мг/кг та 0.08 мг/кг протягом 42 днів [29]. В роботі [30] детально описано структурні зміни в печінці щурів при згодовуванні глутамату натрію в дозі 6 г/кг, що гістологічно характеризувалися розширенням центральних вен у печінкових часточках, дистрофічними змінами гепатоцитів у вигляді вакуолізації цитоплазми, набряком мітохондрій, дефрагментацією ендоплазматичного ретикулуму на везикули, пікнозом ядер гепатоцитів, структурними змінами сполучної тканини печінки. Одночасно було зареєстровано зниження кількості мукополісахаридів у клітинах печінки на фоні зростання рівня проапоптичних білків. Такі дані повністю узгоджуються з результатами [31], які реєстрували подібні зміни в гепатоцитах щурів у вигляді апоптозу, пікнозу ядер, порушення цілісності ядерної мембрани, наявності великої кількості вакуолей у цитоплазмі, набряку мітохондрій, розширення ендоплазматичної сітки, розширення синусоїдних капілярів та дезорганізації колагенових волокон у позаклітинному просторі. Добова доза глутамату натрію при цьому складала 4 г/кг. У білих мишей, які отримували глутамат натрію в дозі 2 г/кг, зміни в печінці характеризувалися стеатозом на більш ранніх термінах експерименту, та стеатогепатитом з помірним фіброзом – на більш пізніх термінах експерименту. У щурів, які отримували

глутамат натрію протягом 28 днів в дозі 6 та 17.5 мг/кг, зареєстровано гістологічні зміни в печінці, що відповідають запаленню [22, 32]. У мишей, які отримували глутамат натрію для моделювання ожиріння, встановлено жирову декомпозицію печінки, яка проявлялася у вигляді чисельних ліпідних включень у гепатоцитах, також було виявлено дилатацію синусоїдних капілярів печінки як наслідок ураження ендотелію. Окрім того, було зареєстровано набряки в тканинах, у яких судини мікроциркуляторного русла були представлені фенестрованими капілярами [32]. В роботі [21] досліджено вплив перорального введення глутамату натрію в дозі 30 мг/ кг на організм білих щурів протягом 28 діб. Отримані результати вказували на порушення дезінтоксикаційних функцій печінки тварин [33].

У 80-тих роках минулого століття вчені активно аналізували вплив глутамату натрію на дихальні шляхи пацієнтів з хронічною стабільною астмою. Висновки дослідників діаметрально протилежні. Вчені переконують, що глутамат натрію може спровокувати астму. Реакція на глутамат натрію залежить від дози і може затримуватися до 12 годин, що ускладнює розпізнавання як пацієнтом, так і лікарем [34].

Огляд ймовірної небезпеки глутамату натрію для здоров'я був здійснений міжнародною групою науковців (університети Румунії, Греції, Туреччини та США). Хоча глутамат натрію вважають безпечним загальновизнаними органами, що регулюють безпеку харчових продуктів, кілька досліджень ставлять під сумнів його довгострокову безпеку. Метою огляду було вивчення наявної літератури про доклінічні дослідження та клінічні випробування щодо передбачуваних побічних ефектів. Доклінічні дослідження пов'язували прийом глутамату натрію із кардіотоксичністю, гепатотоксичністю, нейротоксичністю, запаленням низького ступеня, метаболічним розладом, передозлоякісними змінами та із поведінковими змінами. Більше того, повідомлялося про зв'язок між споживанням глутамату натрію та пухлинним процесом, підвищеним окислювальним стресом та апоптозом у тимоцитах, а також генотоксичним ефектом у лімфоцитах. Клінічні випробування були зосереджені головним чином на впливі глутамату натрію на споживання їжі та витрати енергії.

Окрім загальновідомого впливу на смакові якості їжі, глутамату натрію підсилює секрецію слини та перешкоджає обміну вуглеводів, тоді як вплив на насичення та відновлення голоду після їжі змінювався у порівнянні зі складом їжі. Звіти про гіперчутливість глутамату натрію, також відомий як «синдром китайського ресторану» виявили мало підтверджуючих доказів. Отже, науковці дійшли висновку, що необхідні подальші клінічні та епідеміологічні дослідження. Критичний аналіз існуючої літератури показує, що багато негативних наслідків вживання глутамату натрію для здоров'я є малоінформативними, оскільки засновані на надмірному дозуванні, яке не відповідає нормам, які зазвичай споживаються в харчових продуктах [35]. Таким чином, в процесі досліджень було виявлено, що вживання глутамату натрію призводить до порушень мікроциркуляції у легенях і застійним явищам у венозному сегменті. Під час запалення, крім процесів розпаду, що характеризуються розщепленням вуглеводів, жирів, білків, деполімеризацією білково-полісахаридних комплексів і появою недоокиснених продуктів обміну речовин, починають посилюватися і процеси синтезу. В цьому процесі важливого значення набувають фіброblastи, клітини сполучної тканини легень, що мають високу активність синтезу, та гістіоцити, які виконують захисну роль [36].

Метою роботи [37] було дослідити вплив 28-ми денного введення per os 3% розчину глутамату натрію на вміст речовин низької й середньої молекулярної маси (МСМ), загальних і тирозинвмісних пептидів, альбуміну в сироватці крові щурів та оцінити рівень ендогенних токсинів. Дослідження показали, що тривале введення 3% розчину глутамату натрію щурам в дозі 30 мг/кг маси тіла протягом 4-х тижнів призводить до підвищення вмісту в сироватці крові загальних і тирозинвмісних пептидів, речовин МСМ (речовин низької й середньої молекулярної маси), а також зростання значень коефіцієнту інтоксикації, що опосередковано вказує на порушення процесів детоксикації ендогенних

метаболітів у печінці тварин. Таким чином, враховуючи ендogenous походження загальних і тирозинвмісних пептидів в крові, підвищений рівень речовин низької й МСМ, а також зростання значень коефіцієнту інтоксикації можна припустити, що тривале введення 3% розчину глутамату натрію протягом 4-х тижнів призводить до деструктивних змін в організмі тварин, які обумовлені, можливо, як протеолізом білків, так і порушенням проникливості біомембран. Такі зміни можуть негативно впливати на процеси метаболізму в гепатоцитах, і насамперед, на знешкодження токсичних речовин, що ймовірно буде мати негативний впливати на структурно-функціональний стан печінки та може свідчити про розвиток ендogenous інтоксикації організму.

В Японії було проведено дослідження, в ході якого вчені на піддослідних щурах довели, що глутамат натрію призводить до погіршення зору, накопичуючись в склоподібному тілі і стоншуючи сітківку ока. Щури отримували дуже великі дози речовини (10% і 20% від денного раціону) протягом довгого часу. У малих дозах глутамат натрію не призводив до погіршення зорового сприйняття. Однак потім з'явилися дані, що глутамат натрію накопичується в кришталику ока і призводить до захворювань органів зору [38].

Висновки. Навколо глутамату натрію точаться численні суперечки. Одні вважають його джерелом чудового смаку, насолодитися яким заважає зайва обережність, інші беззупинно твердять про шкоду цієї сполуки. Завдяки цій добавці їжа для людини стає дуже смачною – це приписують спеціальному смаку умамі. Хоча, насправді, не їжа змінюється, а стимулюються смакові рецептори, налаштовується і посилюється їх чутливість. Важливо розуміти, що глутамат натрію є сіллю амінокислоти, що утворює білки. Білки, в складі яких вона присутня, необхідні людям для нормальної життєдіяльності. Крім того, вона є в таких харчових продуктах, як риба, м'ясо, гриби, сир, молоко, овочі, соєпродукти. А ще ця субстанція виробляється людським організмом, бере участь в обміні речовин, впливає на мозкову діяльність і функціонування нервової системи. Проте поки що глутамат натрію належить до суперечливих харчових добавок і повністю не приймає жодну зі сторін, виробники повинні самостійно приймати рішення про його використання, те ж саме стосується і споживача. Глутамат натрію використовується в більшості харчових технологій як харчова добавка, і кількість його вживання практично неконтрольований процес. На сьогодні немає достовірних даних, які б показували в яких дозах і при яких умовах глутамат натрію, що вживається в їжу постійно у вигляді добавки E621 шкідливий для здоров'я. Добавка E621 дозволена до застосування в харчовій промисловості, а купувати продукти, до складу яких вона входить, чи ні – справа кожного з нас.

Бібліографія

1. Євлаш В. В., Торяник О. І., Коваленко В. О. та ін. Харчова хімія: навчальний посібник. Харків: Світ книг. 2019. 504 с.
2. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Дмитрієвич Л. Р. Основи фізіології гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів. Суми: ВТД «Університетська книга». 2007. 441 с.
3. Миронова А. Глутамат натрію (E621) у харчових продуктах: які небезпеки? Стандартизація. Сертифікація. Якість. 2012. №3. с. 63-65.
4. Halim J, Bouzari A, Felder D, Guinard J-X. The Salt Flip: Sensory mitigation of salt (and sodium) reduction with monosodium glutamate (MSG) in "Better-for-You" foods. *Journal of Food Science*. 2020. № 85(9). p. 2902-2914.
5. Руцька А. В., Гецько Н. В., Криницька І. Я. Токсичний вплив глутамату натрію на живий організм (огляд літератури). *Медична та клінічна хімія*. 2017. Т. 19. № 1. С. 119-127.
6. Bawaskar H., Bawaskar P., Bawaskar P. Chinese restaurant syndrome. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 2017. Vol. 21. № 1. P. 49.
7. Mortensen A., Aguilar F., Crebelli R., Di Domenico A., Dusemund B., Frutos M. J., et al. Re-evaluation of glutamic acid (E 620), sodium glutamate (E 621), potassium glutamate (E 622), calcium glutamate (E 623), ammonium glutamate (E 624) and magnesium glutamate (E 625) as food additives. *EFSA Journ.* 2017. № 15(7). p. 4910-4919.

-
8. Kouzuki M., Taniguchi M., Suzuki T., Nagano M., Nakamura S., Katsumata Y., et al. Effect of monosodium L-glutamate (umami substance) on cognitive function in people with dementia. *Eur J Clin Nutr.* 2019. № 73(2). p. 266-275. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0349-x>.
9. Blais A., Rochefort G. Y., Moreau M., Calvez J., Wu X., Matsumoto H., et al. Monosodium glutamate supplementation improves bone status in mice under moderate protein restriction. *JBM R Plus.* 2019. № 16. p. 3-10. <https://doi.org/10.1002/jbm4.10224>.
10. Rousseau E., Lau J., Kuo H. T., Zhang Z., Merkens H., Hundal-Jabal N., et al. Monosodium glutamate reduces ⁶⁸Ga-PSMA-11 uptake in salivary glands and kidneys in a preclinical prostate cancer model. *J. Nucl. Med.* 2018. № 59(12). p. 1865-1868. <https://doi.org/10.2967/jnumed.118.215350>.
11. Fernstrom J. D. Monosodium glutamate in the diet does not raise brain glutamate concentrations or disrupt brain functions. *Ann Nutr Metab.* 2018. № 73(5). p. 43-52. <https://doi.org/10.1159/000494782>.
12. Єрошенко Г. А., Донець І. М., Шевченко К. В., Григоренко А. С., Рябушко О. Б., Клепець О. В. Структурні особливості легень щурів та їх ремоделювання після дії різних екзогенних чинників. *Вісник проблем біології і медицини.* 2021. № 2(160). p. 26-29. <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-2-160-26-29>.
13. Nnadozie J. O., Chijioke U. O., Okafor O. C., Olusina D. B., Oli A. N., Nwonu P. C., Mbagwu H. O., Chijioke C. P. Chronic toxicity of low dose monosodium glutamate in albino Wistar rats. *BMC Res Notes.* 2019. № 18 (1). p. 593-599. [HTTPS://DOI.ORG/10.1186/s13104-019-4611-7](https://doi.org/10.1186/s13104-019-4611-7).
14. Insawang T., Selmi C., Cha'on U., Pethlert S., Yongvanit P., Areejitranusorn P., et al. Monosodium glutamate (MSG) intake is associated with the prevalence of metabolic syndrome in a rural Thai population. *Nutr Metab (Lond).* 2012. № 9(1). p. 50-58. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-50>.
15. Shi Z., Yuan B., Taylor A. W., Dai Y., Pan X., Gill T. K., et al. Monosodium glutamate is related to a higher increase in blood pressure over 5 years: findings from the Jiangsu Nutrition Study of Chinese adults. *J Hypertens.* 2011. № 29 (5). p. 846-853. <https://doi.org/10.1097/hjh.0b013e328344da8e>.
16. Konrad S. P., Farah V., Rodrigues B., Wichit R. B., Machado U. F., Lopes H. F., et al. Monosodium glutamate neonatal treatment induces cardiovascular autonomic function changes in rodents. *Clinics (Sao Paulo).* 2012. № 67(10). p. 1209-1214. [https://doi.org/10.6061/clinics/2012\(10\)14](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(10)14).
17. Nussaiba S., Fatima S. A., Hussaini G., Mikail H. G. Anaemogenic, obesogenic and thermogenic potentials of graded doses of monosodium glutamate sub-acutely fed to experimental wistar rats. *Curr Clin Pharmacol.* 2018. № 13(4). p. 273-278. <https://doi.org/10.2174/1574884713666181002120657>.
18. Hernández Bautista R. J., Mahmoud A. M., Königsberg M., López Díaz Guerrero N. E. Obesity: Pathophysiology, monosodium glutamate induced model and anti-obesity medicinal plants. *Biomed Pharmacother.* 2019. № 111. p. 503-516. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.12.108>.
19. Miranda R. A., Agostinho A. R., Trevenzoli I. H., Barella L. F., Franco C. C., Trombini A. B., et al. Insulin oversecretion in MSG-obese rats is related to alterations in cholinergic muscarinic receptor subtypes in pancreatic islets. *Cell Physiol Biochem.* 2014. № 33(4). p. 1075-1086. <https://doi.org/10.1159/000358677>.
20. Nakagawa T., Ukai K., Ohya T., Gomita Y., Okamura H. Effects of chronic administration of sibutramine on body weight, food intake and motor activity in neonatally monosodium glutamate-treated obese female rats: relationship of antiobesity effect with monoamines. *Exp Anim.* 2000. № 49(4). p. 239-49. <https://doi.org/10.1538/expanim.49.239>.
21. Гордієнко Л. П., Фалалієва Т. М. Зміни адіпоцистокінів у щурів за умов глутамат-індукованого ожиріння. *Вісник ВДНЗУ "Українська медична стоматологічна академія".* 2014. № 2(46). С. 130-132.
22. Nakadate K., Motojima K., Kamata S., Yoshida T., Hikita M., Wakamatsu H. Pathological changes in hepatocytes of mice with obesity-induced type 2 diabetes by monosodium glutamate. *Yakugaku Zasshi.* 2014. № 134(7). p. 829-838. <https://doi.org/10.1248/yakushi.14-00025>.
23. Fujimoto M., Tsuneyama K., Nakanishi Y., Salunga T. L., Nomoto K., Sasaki Y., et al. A dietary restriction influences the progression but not the initiation of MSG-Induced nonalcoholic steatohepatitis. *J. Med. Food.* 2014. № 17(3). p. 374-383. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0029>.
24. Pongking T., Haonon O., Dangtakot R., Onsurathum S., Jusakul A., Intuyod K., et al. A combination of monosodium glutamate and highfat and high-fructose diets increases the risk of kidney injury, gut dysbiosis and host-microbial co-metabolism. *PLoS One.* 2020. № 15(4). p. 231-237. [HTTPS://DOI.ORG/10.1371/journal.pone.0231237](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231237).
-

25. Trent J. S., Tassin S. A Case of Possible Monosodium Glutamate-Dependent, Exercise-Induced Anaphylaxis. *Cureus*. 2019. № 11(8). p. 45-53. <https://doi.org/10.7759/cureus.5345>.
26. Nnadozie J. O, Chijioke U. O, Okafor O. C, Olusina D. B, Oli A. N., Nwonu P. C., et al. Chronic toxicity of low dose monosodium glutamate in albino Wistar rats. *BMC Res Notes*. 2019. № 12(1). p. 593-599. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4611-7>.
27. Hussein U. K., Hassan N. E. Y., Elhalwagy M. E. A., Zaki A. R., Abubakr H. O., Nagulapalli Venkata K. C., Jang K. Y., Bishayee A. Ginger and Propolis Exert Neuroprotective Effects against Monosodium Glutamate-Induced Neurotoxicity in Rats. *Molecules*. 2017. № 22(11). p. 19-28. <https://doi.org/10.3390/molecules22111928>.
28. Tawfik M. S, Al-Badr N. Adverse effects of monosodium glutamate on liver and kidney functions in adult rats and potential protective effect of vitamins C and E. *Food and Nutrition Sciences*. 2012. № 3. p. 651-659. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.35089>.
29. Eweka A, Igbigbi P, Ucheya R. Histochemical studies of the effects of monosodium glutamate on the liver of adult wistar rats. *Ann Med Health Sci Res*. 2011. № 1(1). p. 21-29.
30. El-Meghawry El-Kenawy A., Osman H. E., Daghestani M. H. The effect of vitamin C administration on monosodium glutamate induced liver injury. An experimental study. *Exp Toxicol Pathol*. 2013. № 65(5). p. 513-521. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2012.02.007>.
31. Eid R. A., Al-Shraim M., Zaki M. S., Kamar S. S., Abdel Latif N. S., Negm S., et al. Vitamin E protects against monosodium glutamate-induced acute liver injury and hepatocyte ultrastructural alterations in rats. *Ultrastruct Pathol*. 2019. № 43(4-5). p. 199-208. <https://doi.org/10.1080/01913123.2019.1673860>.
32. Al-Salmi F. A., Hamza R. Z., El-Shenawy N. S. The Interaction of Zinc Oxide/Green Tea Extract Complex Nanoparticles and its Effect on Monosodium Glutamate Toxicity in Liver of Rats. *Curr Pharm Biotechnol*. 2019. № 20(6). p. 465-475. <https://doi.org/10.2174/13892010206661904081205>
33. Кінаш О. В., Єрошенко Г. А., Шевченко К. В., Лисаченко О. Д., Донець І. М., Кінаш П. М., Григоренко А. С. Вплив глутамату натрію на організм людини і тварин. *Вісник проблем біології і медицини*. 2021. № 3 (161). С. 49-53.
34. Allen D. H, Delohery J., Baker G. Monosodium l-glutamate-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol*. 1987. № 80(4). p. 530-537.
35. Zanfrescu A., Ungurianu A., Tsatsakis A. M., Nițulescu G. M., Kouretas D., Veskoukis A. A review of the alleged health hazards of monosodium glutamate. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2019. № 18(4). p. 1111-1134. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12448>.
36. Єрошенко Г. А., Донець І. М., Шевченко К. В., Григоренко А. С., Кінаш О. В., Лисаченко О. Д. Біологічні ефекти глутамату натрію на органи дихальної системи. *Вісник проблем біології і медицини*. 2022. № 2 (164). С. 26.
37. Бевзо В. В. Дослідження токсодинаміки глутамату натрію на організм щурів за умов тривалого його введення. *Клінічна та експериментальна патологія*. Том XV, №2 (56), Ч. 2, 2016. с. 13-16.
38. Onaolapo O. J, Aremu O. S, Onaolapo A. Y. Monosodium glutamate associated alterations in open field, anxiety-related and conditioned place preference behaviours in mice. *Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol*. 2017. № 390(7). p. 677-689.

References

1. Ievlash, V.V., Torianyk, O.I., Kovalenko, V. O. та in. (2019). *Kharchova khimii: navchalnyi posibnyk* [Food chemistry: textbook]. Kharkiv: Svit knykh [The world of books]. 504 p. [in Ukrainian].
2. Pavlotska, L. F., Dudenko, N. V., Dmitryevych, L. R. (2007). *Osnovy fiziologii hihiieny kharchuvannia ta problemy bezpeky kharchovykh produktiv* [Basics of physiology of food hygiene and problems of food safety]. Sumy: VTD «Universytetska knyha» [«University book»]. 441 p. [in Ukrainian].
3. Myronova, A. (2012). Hlutamat natriiu (E 621) u kharchovykh produktakh: yaki nebezpeky? [Monosodium glutamate (E621) in food products: what are the dangers?] *Standartyzatsiia. Sertyfikatsiia. Yakist* [Standardization. Certification. Quality]. № 3. p. 63-65. [in Ukrainian].
4. Halim, J., Bouzari, A., Felder, D., Guinard, J.-X.. (2020). The Salt Flip: Sensory mitigation of salt (and sodium) reduction with monosodium glutamate (MSG) in “Better-for-You” foods. *Journal of Food Science*. № 85(9). p. 2902-2914.
5. Rutska, A. V., Hetsko, N. V., Krynytska, I. Ya. (2017). Toksychnyi vplyv hlutamatu natriiu na zhyvyi orhanizm (ohliad literatury) [The toxic effect of monosodium glutamate on a living organism

(literature review)]. *Medychna ta klinichna khimiia* [Medical and clinical chemistry]. Т. 19. № 1. p. 119-127. [in Ukrainian].

6. Bawaskar, H., Bawaskar, P., Bawaskar, P. (2017). Chinese restaurant syndrome. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. Vol. 21. № 1. P. 49.

7. Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Dusemund, B., Frutos, M. J., et al. (2017). Re-evaluation of glutamic acid (E 620), sodium glutamate (E 621), potassium glutamate (E 622), calcium glutamate (E 623), ammonium glutamate (E 624) and magnesium glutamate (E 625) as food additives. *EFSA Journ*. № 15(7). p. 4910-4919.

8. Kouzuki, M., Taniguchi, M., Suzuki, T., Nagano, M., Nakamura, S., Katsumata, Y., et al. (2019). Effect of monosodium L-glutamate (umami substance) on cognitive function in people with dementia. *Eur J Clin Nutr*. № 73(2). p. 266-275. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0349-x>.

9. Blais, A., Rochefort, G. Y., Moreau, M., Calvez, J., Wu, X., Matsumoto, H., et al. (2019). Monosodium glutamate supplementation improves bone status in mice under moderate protein restriction. *JBMR Plus*. № 16. p. 3-10. <https://doi.org/10.1002/jbm4.10224>.

10. Rousseau, E., Lau, J., Kuo, H. T., Zhang, Z., Merckens, H., Hundal-Jabal, N., et al. (2018). Monosodium glutamate reduces 68Ga-PSMA-11 uptake in salivary glands and kidneys in a preclinical prostate cancer model. *J Nucl Med*. № 59(12). p. 1865-1868. [HTTPS://DOI.ORG/10.2967/jnumed.118.215350](https://doi.org/10.2967/jnumed.118.215350).

11. Fernstrom, J. D. (2018). Monosodium glutamate in the diet does not raise brain glutamate concentrations or disrupt brain functions. *Ann Nutr Metab*. № 73(5). p. 43-52. <https://doi.org/10.1159/000494782>.

12. Yeroshenko, G. A., Donets, I. M., Shevchenko, K. V., Grigorenko, A. S., Ryabushko, O. B., Klepets, O. V. (2021). Strukturni osoblyvosti lehen' shchuriv ta yikh remodelyuvannya pislya diyi riznykh ekzohennykh chynnykiv [Structural features of rat lungs and their remodeling after exposure to various exogenous factors]. *Visnyk problem biolohiyi i medytsyny* [Herald of problems of biology and medicine]. № 2 (160). p. 26-29. [HTTPS://DOI.ORG/10.29254/2077-4214-2021-2-160-26-29](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-2-160-26-29). [in Ukrainian].

13. Nnadozie, J. O., Chijioke, U.O., Okafor, O. C., Olusina, D. B., Oli, A. N., Nwonu, P. C., Mbagwu, H. O., Chijioke, C. P. (2019). Chronic toxicity of low dose monosodium glutamate in albino Wistar rats. *BMC Res Notes*. № 18 (1). p. 593-599. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4611-7>.

14. Insawang, T., Selmi, C., Cha'on, U., Pethlert, S., Yongvanit, P., Areejitranusorn, P., et al. (2012). Monosodium glutamate (MSG) intake is associated with the prevalence of metabolic syndrome in a rural Thai population. *Nutr Metab (Lond)*. № 9(1). p. 50-58. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-50>.

15. Shi, Z., Yuan, B., Taylor, A. W., Dai, Y., Pan, X., Gill, T. K., et al. (2011). Monosodium glutamate is related to a higher increase in blood pressure over 5 years: findings from the Jiangsu Nutrition Study of Chinese adults. *J Hypertens*. № 29 (5). p. 846-853. <https://doi.org/10.1097/hjh.0b013e328344da8e>.

16. Konrad, S. P., Farah, V., Rodrigues, B., Wich, R.B., Machado, U. F., Lopes, H. F., et al. (2012). Monosodium glutamate neonatal treatment induces cardiovascular autonomic function changes in rodents. *Clinics (Sao Paulo)*. № 67(10). p. 1209-1214. [https://doi.org/10.6061/clinics/2012\(10\)14](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(10)14).

17. Nussaiba, S., Fatima, S. A., Hussaini, G., Mikail, H. G. (2018). Anaemogenic, obesogenic and thermogenic potentials of graded doses of monosodium glutamate sub-acutely fed to experimental wistar rats. *Curr Clin Pharmacol*. № 13(4). p. 273-278. <https://doi.org/10.2174/1574884713666181002120657>.

18. Hernández Bautista, R. J., Mahmoud, A. M., Königsberg, M., López Díaz Guerrero, N. E. (2019). Obesity: Pathophysiology, monosodium glutamate-induced model and anti-obesity medicinal plants. *Biomed Pharmacother*. № 111. p. 503-516. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.12.108>.

19. Miranda, R. A., Agostinho, A. R., Trevenzoli, I. H., Barella, L. F., Franco, C. C., Trombini, A. B., et al. (2014). Insulin oversecretion in MSG-obese rats is related to alterations in cholinergic muscarinic receptor subtypes in pancreatic islets. *Cell Physiol Biochem*. № 33(4). p. 1075-1086. <https://doi.org/10.1159/000358677>.

20. Nakagawa, T., Ukai, K., Ohya, T., Gomita, Y., Okamura, H. (2000). Effects of chronic administration of sibutramine on body weight, food intake and motor activity in neonatally monosodium glutamate-treated obese female rats: relationship of anti-obesity effect with monoamines. *Exp Anim*. № 49(4). p. 239-49. <https://doi.org/10.1538/expanim.49.239>.

21. Hordienko, L. P., Falalieieva, T. M. (2014). Zminy adypotsytokiniv u shchuriv za umov hlyutamat-indukovanoho ozhyrinnia [Changes in adipocytokines in rats under conditions of glutamate-

induced obesity]. Visnyk VDNZU «Ukrainska medychna stomatolohichna akademiia». [Bulletin of VDNZU "Ukrainian Medical and Stomatological Academy"]. № 2(46). p. 130-132. [in Ukrainian].

22. Nakadate, K., Motojima, K., Kamata, S., Yoshida, T., Hikita, M., Wakamatsu, H. (2014). Pathological changes in hepatocytes of mice with obesity-induced type 2 diabetes by monosodium glutamate. *Yakugaku Zasshi*. № 134(7). p. 829-838. [HTTPS://DOI.ORG/10.1248/yakushi.14-00025](https://doi.org/10.1248/yakushi.14-00025).

23. Fujimoto, M., Tsuneyama, K., Nakanishi, Y., Salunga, T. L., Nomoto, K., Sasaki, Y., et al. (2014). A dietary restriction influences the progression but not the initiation of MSG-Induced nonalcoholic steatohepatitis. *J. Med. Food*. № 17(3). p. 374-383. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0029>.

24. Pongking, T., Haonon, O., Dangtakot, R., Onsurathum, S., Jusakul, A., Intuyod, K., et al. (2020). A combination of monosodium glutamate and highfat and high-fructose diets increases the risk of kidney injury, gut dysbiosis and host-microbial co-metabolism. *PLoS One*. № 15(4). p. 231-237. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231237>.

25. Trent, J. S., Tassin, S. (2019). A Case of Possible Monosodium Glutamate-Dependent, Exercise-Induced Anaphylaxis. *Cureus*. № 11(8). p. 45-53. <https://doi.org/10.7759/cureus.5345>.

26. Nnadozie, J. O., Chijioke, U. O., Okafor, O. C., Olusina, D. B., Oli, A. N., Nwonu, P. C., et al. (2019). Chronic toxicity of low dose monosodium glutamate in albino Wistar rats. *BMC Res Notes*. № 12(1). p. 593-599. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4611-7>.

27. Hussein, U. K., Hassan, N. E. Y., Elhalwagy, M. E. A., Zaki, A. R., Abubakr, H. O., Nagulapalli Venkata, K. C., Jang, K. Y., Bishayee, A. (2017). Ginger and Propolis Exert Neuroprotective Effects against Monosodium Glutamate-Induced Neurotoxicity in Rats. *Molecules*. № 22(11). p. 19-28. <https://doi.org/10.3390/molecules22111928>.

28. Tawfik, M. S., Al-Badr, N. (2012). Adverse effects of monosodium glutamate on liver and kidney functions in adult rats and potential protective effect of vitamins C and E. *Food and Nutrition Sciences*. № 3. p. 651-659. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.35089>.

29. Eweka, A., Igbigbi, P., Ucheya, R. (2011). Histochemical studies of the effects of monosodium glutamate on the liver of adult wistar rats. *Ann Med Health Sci Res*. № 1(1). p. 21-29.

30. El-Meghawry El-Kenawy, A., Osman, H. E., Daghestani, M. H. (2013). The effect of vitamin C administration on monosodium glutamate induced liver injury. An experimental study. *Exp Toxicol Pathol*. № 65(5). p. 513-521. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2012.02.007>.

31. Eid RA, Al-Shraim M, Zaki MS, Kamar SS, Abdel Latif NS, Negm S, et al. (2019). Vitamin E protects against monosodium glutamate-induced acute liver injury and hepatocyte ultrastructural alterations in rats. *Ultrastruct Pathol*. № 43(4-5). p. 199-208. <https://doi.org/10.1080/01913123.2019.1673860>.

32. Al-Salmi, F. A., Hamza, R. Z., El-Shenawy, N. S. (2019). The Interaction of Zinc Oxide/Green Tea Extract Complex Nanoparticles and its Effect on Monosodium Glutamate Toxicity in Liver of Rats. *Curr Pharm Biotechnol*. № 20(6). p. 465-475. <https://doi.org/10.2174/13892010206661904081205>

33. Kinash, O. V., Yeroshenko, H. A., Shevchenko, K. V., Lysachenko, O. D., Donets, I. M., Kinash, P. M., Hryhorenko, A. S. (2021). Vplyv hlutamatu natriiu na orhanizm liudyny i tvaryn [The influence of monosodium glutamate on the human and animal body]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny* [Herald of problems of biology and medicine]. № 3 (161). p. 49-53. [in Ukrainian].

34. Allen, D. H., Delohery, J., Baker, G. (1987). Monosodium l-glutamate-induced asthma. *J Allergy Clin Immunol*. № 80(4). p. 530-537.

35. Zanfirescu, A., Ungurianu, A., Tsatsakis, A. M., Nițulescu, G. M., Kouretas, D., Veskoukis, A. (2019). A review of the alleged health hazards of monosodium glutamate. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. № 18(4). p. 1111-1134. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12448>.

36. Yeroshenko, H. A., Donets, I. M., Shevchenko, K. V., Hryhorenko, A. S., Kinash, O. V., Lysachenko, O. D. (2022). Biolohichni efekty hlutamatu natriiu na orhany dykhalnoi systemy [Biological effects of monosodium glutamate on organs of the respiratory system]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny* [Herald of problems of biology and medicine]. № 2 (164). p. 26. [in Ukrainian].

37. Bevzo, V. V. (2016). Doslidzhennia toksodynamiky hlutamatu natriiu na orhanizm shchuriv za umov tryvaloho yoho vvedennia [Study of the toxodynamics of monosodium glutamate on the body of rats under the conditions of its long-term administration]. *Klinichna ta eksperymentalna patolohiia* [Clinical and experimental pathology]. XV, №2 (56), Ch. 2. p. 13-16. [in Ukrainian].

38. Onaolapo, O. J., Aremu, O. S., Onaolapo, A. Y. (2017). Monosodium glutamate-associated alterations in open field, anxiety-related and conditioned place preference behaviours in mice. *Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol*. № 390(7). p. 677-689.