

DOI 10.29254/2077-4214-2026-2-181-12-16

УДК 613.29:616-099

Беляєв І. С.

**ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ СИНТЕТИЧНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК E621, E250 ТА E124  
НА ОРГАНІЗМ: СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ**

Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)

[bieliaev.ihor@pdmu.edu.ua](mailto:bieliaev.ihor@pdmu.edu.ua)

*Синтетичні харчові добавки широко використовуються у харчовій промисловості для покращення смакових властивостей, кольору, консистенції та тривалості зберігання продуктів. Разом із технологічними перевагами їх застосування супроводжується потенційними ризиками для здоров'я людини. Особливе занепокоєння викликає комбінований вплив харчових добавок, механізми токсичної дії якого залишаються недостатньо вивченими. Мета – проаналізувати сучасні наукові дані щодо токсичного впливу глутамату натрію (E621), нітриту натрію (E250) і барвника Понсо 4R (E124) на організм людини й експериментальних тварин, а також обґрунтувати актуальність подальших досліджень їх комплексної дії на слинні залози. У роботі узагальнено результати сучасних експериментальних і клінічних досліджень, присвячених токсичності синтетичних харчових добавок. Встановлено, що глутамат натрію, нітрит натрію та Понсо 4R можуть спричинювати розвиток окислювального стресу, порушення клітинного метаболізму, ушкодження мембран, нейротоксичні, гепатотоксичні та репродуктивні порушення. Показано, що комбінована дія зазначених сполук здатна підсилювати токсичні ефекти та сприяти розвитку морфофункціональних змін у тканинах і органах. Синтетичні харчові добавки E621, E250 і E124 характеризуються потенційною токсичністю для організму людини й експериментальних тварин. Отримані дані підтверджують необхідність подальших досліджень механізмів їх комбінованої дії, зокрема впливу на морфофункціональний стан слинних залоз.*

**Ключові слова:** синтетичні харчові добавки, глутамат натрію, нітрит натрію, Понсо 4R, токсичність.

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.**

Робота є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри біології Полтавського державного медичного університету «Структурна перебудова органів імунної, дихальної, нервової та видільної систем під впливом різних екзогенних чинників (глутамату натрію, нітриту натрію, етанолу, метакрилату)», номер державної реєстрації 0121U108234.

**Вступ.**

Сучасний розвиток харчової промисловості характеризується широким використанням харчових добавок (ХД), що зумовлено процесами індустріалізації, урбанізації та стрімким зростанням чисельності населення Землі. Під ХД розуміють різноманітні речовини – барвники, відбілювачі, консерванти, хелати, антиоксиданти, підсолоджувачі, емульгатори, стабілізатори, загусники, гелеутворювачі, що використовуються в харчових продуктах для підсилення смаку, покращення смакових властивостей, надання кольору, запобігання втраті кольору через вплив доквілля або посилення природних кольорів [1, 2, 3], збільшення тривалості зберігання готової продукції [4].

ХД можуть бути природного – зазвичай отримують з рослинної сировини (наприклад, з буряка, моркви, куркуми, агави), або штучного походження – такими, що виробляються шляхом хімічного синтезу однієї чи кількох хімічних сполук [3]. Синтетичні харчові добавки (СХД), так само як і ХД природного походження, забезпечують сенсорне (візуальне, ольфакторне, густативне) задоволення споживачів і є економічно вигідними у комерційному плані, проте вони становлять потенційний ризик для здоров'я людини [1, 3].

СХД можуть мати широкий спектр негативного впливу на організм людини – від негайних чи короткострокових реакцій до серйозних довгострокових наслідків, особливо якщо цей вплив багаторазовий, або якщо ці речовини накопичуються в організмі впродовж тривалого періоду [3].

Незважаючи на численні дослідження, які свідчать про потенційно шкідливі ефекти використання СХД, їх споживання постійно зростає, що викликає занепокоєння вчених, міжнародних регуляторних організацій і громадськості. Зокрема, Європейський парламент і Рада опублікували Регламент (ЄС) № 1333/2008 про ХД, який встановлює, що токсичність ХД, оцінених до 20 січня 2009 року, має бути переоцінена Європейським агентством із безпеки харчових продуктів (European Food Safety Authority – EFSA) [2].

Актуальність дослідження зумовлена суперечливими даними щодо впливу СХД на організм людини та недостатньою вивченістю їх комбінованої дії, зокрема, глутамату натрію, нітриту натрію та Понсо 4R.

**Мета дослідження.**

Проаналізувати сучасні наукові дані щодо токсичного впливу СХД – глутамат натрію (E621), нітрит натрію (E250), барвник Понсо 4R (E124) на організм людини й експериментальних тварин, узагальнити основні механізми їх токсичної дії та обґрунтувати актуальність подальших досліджень комбінованого впливу цих СХД на морфофункціональний стан слинних залоз.

**Об'єкт і методи дослідження.**

Матеріалом дослідження стали сучасні наукові публікації, присвячені вивченню токсичності СХД, зокрема глутамату натрію (E621), нітриту натрію (E250) та барвника Понсо 4R (E124). Для аналізу використано результати експериментальних, токсикологічних і

клінічних досліджень, опублікованих у міжнародних наукових виданнях, що реферуються міжнародною пошуковою базою PubMed.

Методологічною основою роботи слугували загальнонаукові методи дослідження, як-от аналіз, синтез, порівняння, узагальнення та систематизація даних наукової літератури щодо механізмів токсичної дії СХД, їх впливу на органи та системи організму, а також особливостей комбінованої дії цих сполук.

#### Основна частина.

Глутамат натрію (E621) – один із найвідоміших підсилювачів смаку, що використовується при виробництві м'ясних, рибних, овочевих продуктів, соусів, супів, маринадів [3, 5, 6]. Природна глутамінова кислота відіграє важливу роль в реалізації основних функцій головного мозку, формування і стабілізацію синапсів, когнітивні функції, навчання, а також клітинний метаболізм зокрема [6]. Однак, якщо ця природна сполука, що міститься в їжі, не впливає на обмін речовин, її синтетичний аналог промислового виробництва може чинити токсичну дію [7]. Незважаючи на офіційне визнання в деяких країнах цієї речовини безпечною для людини [8], численні експериментальні дослідження свідчать про її потенційний токсичний вплив [9].

Негативні ефекти від уживання продуктів харчування з E621 були вивчені в різних органах, як-от: підшлункова залоза, головний мозок, зокрема, мозочок [10], гіпоталамус [11], гіпокамп [12], печінка [8, 13, 14, 15], нирки [16], яєчка [17, 18]. Повідомляється, що тривале споживання продуктів із вмістом глутамату натрію зменшує кількість сперматозоїдів у чоловіків, а також впливає на їхню морфологічну структуру [19, 20].

Надмірне вживання їжі із цією СХД вчені пов'язують із розвитком ожиріння та діабету [21, 22], нейротоксичним впливом [8]. Відомо, що споживання глутамату натрію збільшує вироблення активних форм кисню, що призводить до пошкодження ліпідів, білків та ДНК вільними радикалами. Експериментально підтверджено, що ведення глутамату натрію підвищує масу тіла [23], рівень триацилгліцеролів, холестерину, глюкози, інсуліну, лептину та знижує рівень ліпопротеїнів високої щільності в лабораторних тварин [22].

Нітрит натрію (E250) застосовується як консервант і протимікробний агент у виробництві сирів, м'ясної та рибної продукції для збереження кольору [24], покращення смаку, інгібування росту патогенних бактерій, зокрема, роду *Clostridium* і роду *Streptococcus* [3]. Великі кількості нітриту натрію є токсичним для людини, спричиняючи метгемоглобінемію [24–27]. E250 характеризується вираженими окиснювальними властивостями та може викликати гіпотонію, аритмію [25], гіпоксію, зміни свідомості й навіть летальні наслідки.

Повідомляється, що нітрит натрію може провокувати гіперактивність бронхів і алергічні реакції [3]. Повідомляється про суттєвий вплив цієї СХД на розвиток харчової алергії через модифікацію імунної відповіді організму. Також на лабораторних тваринах підтверджено, що нітрит натрію потенційно здатний посилювати перебіг харчової алергії через комплексний вплив на імунну систему [28].

Результати експериментальних досліджень на лабораторних тваринах засвідчили шкідливий вплив нітриту натрію на зниження їх здатності до просторового навчання та пам'яті. Натомість періодичне голодування послаблювало гіперфосфорильовання нейрофіламентів гіпокампа й покращувало здатність до просторового навчання і запам'ятовування [12].

Масштабне дослідження, проведене на когорті NutriNet-Santé, засвідчило, що значне споживання синтетичних нітратних і нітритних ХД пов'язане з ризиком виникнення раку молочної залози в жінок і передміхурової залози в чоловіків, у той час як щодо відповідних ХД природного походження зв'язок не спостерігався [29].

Понсо 4R (E124) – синтетичний харчовий барвник полунично-червоного кольору, розчинний у воді. Широко використовується у виробництві продуктів харчування, алкогольних і безалкогольних напоїв, косметичної і фармацевтичної продукції, тютюнових виробів.

У дослідженні Yamjala і співавторів [30] було оцінено мутагенну активність Понсо 4R та шести продуктів його фотодеградації, виявлених у солодких напоях. Такий підхід був спрямований на оцінку токсичного потенціалу, що є наслідком взаємодії барвника з іншими інгредієнтами, такими як лимонна кислота, фруктовий сироп, сахароза і виноградний сік. Важливо, що автори цього дослідження дійшли висновку, що токсичність слід оцінювати для кожного напою, а не лише для барвника [30].

У дослідженні Grigorenko і співавторів [31] було виявлено, що Понсо 4R потенційно може змінювати структуру й товщину стінки дванадцятипалої кишки в щурів, які отримували суміш нітриту натрію, глутамату натрію та Понсо 4R протягом 16 тижнів. Отримані результати можуть вказувати на певний синергізм у токсичності добавок, які використовуються в м'ясних продуктах [31].

У дослідженні Guerrero-Rubio і співавторів [32] показано, що використання *per se* для вивчення впливу *in vivo* на модельному організмі *Caenorhabditis elegans* призвели до ушкоджень, пов'язаних зі старінням, таких як окислювальний стрес і накопичення ліпофусцину, а також різкого скорочення тривалості життя. Крім того, мікроматричний аналіз, проведений на цих модельних організмах, оброблених тартразином і Понсо 4R, продемонстрував, як споживання синтетичних барвників може змінити експресію генів, що беруть участь у стійкості до окислювального стресу та нейродегенерації [32].

Скринінг потенційних змін серцево-судинної функції внаслідок пренатального токсичного впливу Понсо 4R на акваріумних риб *Danio* засвідчив негативний вплив на їх поведінку, пов'язаний із рухом грудних плавців, а також зростання частоти серцевих скорочень у молодих риб на 32% [33], що свідчить про токсичність цього барвника в перинатальний період і подальші негативні прояви, які спостерігаються в процесі розвитку.

Експеримент *in vitro*, проведений Leo і співавторами [34], виявив здатність Понсо 4R посилювати вироблення лейкотрієну В4 у нейтрофілах крові. Це вказує на прозапальний потенціал, особливо пов'язаний з астмою [34]. Повідомляється, що синтетичний барв-

ник Понсо 4R також може провокувати імуносупресивне запалення легень [3].

Дослідження, присвячене органолептичним якостям засобів, призначених для лікування дітей, свідчать, що антибактеріальні препарати містять барвники, ароматизатори та підсолоджувачі. Причому в одній формулі може використовуватися до шести різних допоміжних синтетичних речовин. Викликає занепокоєння те, що жодного природного барвника в препаратах для педіатричної популяції, виявлено не було, що свідчить про проблему, яку необхідно досліджувати в майбутньому. Наголошується, що, незважаючи на те, що ці допоміжні речовини є необхідними, саме вони відповідають за високу частоту алергічних реакцій у дітей [35].

Результати інших досліджень також демонструють канцерогенний, мутагенний і тератогенний потенціал високих доз Понсо 4R [36, 37]. Наводяться дані щодо можливого шкідливого впливу комбінації барвників на гіперактивні поведінкові розлади в дітей [2, 37], а також негативний вплив на репродуктивну систему [37].

З огляду на результати цих та наукових розвідок і на запит EFSA було проведено уточнену оцінку впливу Понсо 4R з урахуванням додаткової інформації щодо його використання у харчових продуктах [38]. У 2009 році було ухвалено висновок щодо повторної оцінки Понсо 4R, який використовується як СХД [38], у якому зазначено, що за максимальних рівнів використання оцінки споживання для дорослих на високому процентилі (97,5-й) і для дітей віком від 1 до 10 років на середньому і високому процентилях (95-й/97,5-й) загалом перевищують допустиму добову дозу навіть для уточнених оцінок споживання [38].

Результатом слугувало внесення Європейською комісією змін до Додатка II Регламенту (ЄС) № 1333/2008 щодо умов використання барвника Понсо 4R (E 124), які набрали чинності з 1 червня 2013 року. Багато максимально допустимих рівнів (МДР) використання Понсо 4R (E 124) були скасовані (n=24) або знижені у 1,2 рази до 200 (n=29) залежно від категорії харчових продуктів [38]. Дослідження токсичності цього барвника тривають.

Результати експериментальних досліджень підтверджують, що використання комплексу СХД призводить до когнітивної дисфункції лабораторних тварин [39].

Наукові джерела свідчать про те, що комбінована дія СХД може підсилювати токсичні ефекти, однак механізми їх взаємодії залишаються недостатньо вивченими. У цьому контексті особливої актуальності

набуває вивчення впливу комплексу СХД на слинні залози, оскільки даний напрям є малодослідженим, але має важливе практичне значення.

#### Висновки.

1. Синтетичні харчові добавки – глутамат натрію (E621), нітрит натрію (E250) і Понсо 4R (E124) – здатні чинити токсичний вплив на організм людини й експериментальних тварин, спричинюючи структурно-функціональні порушення в різних органах і системах.

2. Основними механізмами токсичної дії зазначених сполук є розвиток окислювального стресу, порушення клітинного метаболізму, ушкодження біологічних мембран, активація апоптозу, зміни мікроциркуляції та дисбаланс про- й антиоксидантних систем.

3. Найбільш уразливими до впливу синтетичних харчових добавок є нервова система, печінка, нирки й органи репродуктивної системи.

4. Результати сучасних досліджень свідчать також про можливість розвитку системних метаболічних та імунозапальних порушень.

5. Дані наукової літератури вказують на потенційний синергічний характер токсичної дії при комбінованому застосуванні харчових добавок, що може призводити до посилення їх негативного впливу на тканини й органи.

6. Отримані дані підтверджують необхідність подальших експериментальних і клінічних досліджень токсичності синтетичних харчових добавок, особливо за умов їх комбінованого впливу.

#### Перспективи подальших досліджень.

Перспективним напрямом подальших наукових досліджень є вивчення морфофункціональних змін у слинних залозах за умов комбінованого впливу глутамату натрію, нітриту натрію і Понсо 4R. Необхідність таких досліджень обумовлена тим, що слинні залози є важливою складовою травної та імунної систем, беруть участь у підтриманні гомеостазу ротової порожнини, процесах первинної обробки їжі та реалізації місцевих захисних реакцій організму. Особливу увагу доцільно приділити механізмам розвитку окислювального стресу, порушенням мікроциркуляції, змінам секреторної активності, стану ацинарних клітин і судинного компонента слинних залоз. Вивчення комбінованої дії синтетичних харчових добавок на слинні залози дасть змогу поглибити уявлення про механізми їх системної токсичності та може стати підґрунтям для розробки профілактичних і коригувальних заходів щодо зменшення негативного впливу харчових добавок на організм людини.

### Література

1. Wu L, Zhang C, Long Y, Chen Q, Zhang W, Liu G. Food additives: From functions to analytical methods. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022;62(30):8497-8517. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1929823>
2. Amchova P, Kotolova H, Ruda-Kucerova J. Health safety issues of synthetic food colorants. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2015;73(3):914-22.
3. Aldabayan YS. Effect of Artificial Food Additives on Lung Health-An Overview. *Medicina (Kaunas)*. 2025;61(4):684. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina61040684>
4. Zhang Y, Zhang Y, Jia J, Peng H, Qian Q, Pan Z, et al. Nitrite and nitrate in meat processing: Functions and alternatives. *Curr Res Food Sci*. 2023;6:100470. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100470>
5. Williams AN, Woessner KM. Monosodium glutamate 'allergy': menace or myth?. *Clinical & Experimental Allergy*. 2009;39:640-646. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2009.03221.x>
6. Hajjhasani MM, Soheili V, Zirak MR, Sahebkar A, Shakeri A. Natural products as safeguards against monosodium glutamate-induced toxicity. *Iran J Basic Med Sci*. 2020;23(4):416-430. DOI: <https://doi.org/10.22038/IJBMS.2020.43060.10123>
7. Chakraborty SP. Patho-physiological and toxicological aspects of monosodium glutamate. *Toxicol. Mech. Methods*. 2019;29(6):389-396.
8. Sahin B, Acikel Elmas M, Bingol Ozakpinar O, Arbak S. The Effects of Apocynin on Monosodium Glutamate Induced Liver Damage of Rats. *Heliyon*. 2023;9(7):e17327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17327>

9. Zanfirescu A, Ungurianu A, Tsatsakis AM, Nițulescu GM, Kouretas D, Veskokouk A, et al. A review of the alleged health hazards of monosodium glutamate. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020;19(4):2330. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12569>
10. Bilash S, Kononov B, Tretiak I, Kononova M, Pronina O, Koptev M, et al. Structural changes in the ganglionic layer of the rat cerebellar cortex due to the use of monosodium glutamate and sodium nitrite in combination. *Tissue Cell*. 2025;93:102760. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tice.2025.102760>
11. Hawkins RA. The blood brain barrier and glutamate. *J Clin Nutr*. 2009;90:867-874.
12. Hu Z, Shen Y, Liu Y, Li S. The impact of sodium nitrite and intermittent fasting on neurofilament and tau protein phosphorylation, and spatial learning in rat hippocampus. *Exp Brain Res*. 2024;243(1):28.
13. 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):21-29.
14. Al-Salmi FA, Hamza RZ, El-Shenawy NS. The interaction of zinc oxide/green tea extract complex nanoparticles and its effect on monosodium glutamate toxicity in liver of rats. *Curr. Pharmaceut. Biotechnol*. 2019;20(6):465-475. DOI: [https://doi.org/10.2174/138920102066619040812\\_0532](https://doi.org/10.2174/138920102066619040812_0532)
15. Luangmonkong T, Suriguga S, Mutsaers HAM, Groothuis GMM, Olinga P, Boersema M. Targeting oxidative stress for the treatment of liver fibrosis. *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol*. 2018;175:71-102. DOI: [https://doi.org/10.1007/112\\_2018\\_10](https://doi.org/10.1007/112_2018_10)
16. Elshafey M, Eladl MA, El-Sherbiny M, Atef H, El Morsi DA. Hepatotoxicity of monoglutamate sodium: Oxidative stress and histopathological study. *FASEB J*. 2017;31:1b31-1b.
17. Hamza RZ, Al-Baqami NM. Testicular protective effects of ellagic acid on monosodium glutamate-induced testicular structural alterations in male rats. *Ultrastruct. Pathol*. 2019;43(4-5):170-183.
18. Hamza RZ, Diab AE-AA. Testicular protective and antioxidant effects of selenium nanoparticles on Monosodium glutamate-induced testicular structure alterations in male mice. *Toxicol Rep*. 2020;7:254-260.
19. Acikel-Elmas M, Algilani SA, Sahin B, Bingol Ozakpinar O, Gecim M, Koroglu K, et al. Apocynin Ameliorates Monosodium Glutamate Induced Testis Damage by Impaired Blood-Testis Barrier and Oxidative Stress Parameters. *Life (Basel)*. 2023;13(3):822. DOI: <https://doi.org/10.3390/life13030822>
20. Kayode OT, Rotimi DE, Kayode AAA, Olaolu TD, Adeyemi OS. Monosodium Glutamate (MSG)-Induced Male Reproductive Dysfunction: A Mini Review. *Toxics*. 2020;8:7. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics8010007>
21. Urcar Gelen S, Ozkanlar S, Gedikli S, Atasever M. The investigation of the effects of monosodium glutamate on healthy rats and rats with STZ-induced diabetes. *J Biochem Mol Toxicol*. 2024;38(1):e23612. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbt.23612>
22. Nagata M, Suzuki W, Iizuka S, Tabuchi M, Maruyama H, Takeda S, et al. Type 2 diabetes mellitus in obese mouse model induced by monosodium glutamate. *Exp Anim*. 2006;55:109-115. DOI: <https://doi.org/10.1538/expanim.55.109>
23. El-Helbawy NF, Radwan DA, Salem MF, El-Sawaf ME. Effect of monosodium glutamate on body weight and the histological structure of the zona fasciculata of the adrenal cortex in young male albino rats. *Tanta Medical Journal*. 2017;45(2):104-113. DOI: [https://doi.org/10.4103/tmj.tmj\\_11\\_17](https://doi.org/10.4103/tmj.tmj_11_17)
24. Cvetković D, Živković V, Lukić V, Nikolić S. Sodium nitrite food poisoning in one family. *Forensic Sci Med Pathol*. 2019;15:102-105. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0036-1>
25. Andelhof D, Van Den Bogaert W, Lepla B, Croes K, Van de Voorde W. Suicidal sodium nitrite intoxication: a case report focusing on the postmortem findings and toxicological analyses – review of the literature. *Forensic Sci Med Pathol*. 2024;20:949-964. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12024-023-00664-9>
26. Neth MR, Love JS, Horowitz BZ, Shertz MD, Sahn R, Daya MR. Fatal Sodium Nitrite Poisoning: Key Considerations for Prehospital Providers. *Prehospital Emergency Care*. 2021;25(6):844-850. DOI: <https://doi.org/10.1080/10903127.2020.1838009>
27. O'Neill C, Najjar Z, Ingleton A, Edwards A, Dawson A, Gupta L. Methaemoglobinaemia associated with the atypical use of sodium nitrite as a food additive. *Med J Aust*. 2021;215(6):256-257. DOI: <https://doi.org/10.5694/mja2.51233>
28. Yang Z, Feng X, Madjirebaye P, Fan Y, Yan L, Xu Z, et al. Dietary Sodium Nitrite Promotes Food Allergy through Dendritic Cell-Mediated Immune Disruption. *J Agric Food Chem*. 2025;73(39):25017-25027. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c10031>
29. Guéraud F, Buisson C, Promeprat A, Naud N, Fouché E, Bézirard V, et al. Effects of sodium nitrite reduction, removal or replacement on cured and cooked meat for microbiological growth, food safety, colon ecosystem, and colorectal carcinogenesis in Fischer 344 rats. *NPJ Sci Food*. 2023;7(1):53. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41538-023-00228-9>
30. Yamjala K, Nainar MS, Kumar Varma S, Ambore N. Separation, Identification and Mutagenic Assessment of the Photodegradation Products of Ponceau 4R (E124) in a Beverage. *Anal. Methods*. 2016;8:5017-5024.
31. Grigorenko A, Yeroshenko G, Shevchenko K, Lisachenko O, Perederii N. Remodeling of the Rat Duodenal Wall under the Effect of Complex Food Additives of Monosodium Glutamate, Sodium Nitrite and Ponceau 4R. *Georgian Med News*. 2021;314:145-150.
32. Guerrero-Rubio MA, Hernández-García S, García-Carmona F, Gandía-Herrero F. Consumption of commonly used artificial food dyes increases activity and oxidative stress in the animal model *Caenorhabditis elegans*. *Food Res Int*. 2023;169:112925. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112925>
33. Wang Y-F, Chen I-W, Subendran S, Kang C-W, Panigrahi B, Fu T-F, et al. Edible Additive Effects on Zebrafish Cardiovascular Functionality with Hydrodynamic Assessment. *Sci. Rep*. 2020;10:16243. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73455-9>
34. Leo L, Loong C, Ho XL, Raman MFB, Suan MYT, Loke WM. Occurrence of Azo Food Dyes and Their Effects on Cellular Inflammatory Responses. *Nutrition*. 2018;46:36-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.08.010>
35. Nakama KA, Dos Santos RB, Serpa P, Maciel TR, Haas SE. Organoleptic excipients used in pediatric antibiotics. *Arch Pediatr*. 2019;26(7):431-436.
36. Xie Y, Li Y, Sun Y, Wang H, Qian H, Yao W. Theoretical calculation (DFT), Raman and surface-enhanced Raman scattering (SERS) study of ponceau 4R. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. 2012;96:600-4.
37. Zhang J, Na L, Jiang Y, Han D, Lou D, Jin L. A fluorescence-quenching method for quantitative analysis of Ponceau 4R in beverage. *Food Chem*. 2017;221:803-808.
38. European Food Safety Authority. Refined exposure assessment for Ponceau 4R (E 124). *EFSA J*. 2015;13(4):4073. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4073>
39. Bilash S, Oliinichenko Ya, Pronina O, Donchenko S, Koptev M, Pirog-Zakaznikova A, et al. The effect of a complex of food additives on cognitive functions and the rate of conditioned reflex formation. *Azerbaijan Medical Journal*. 2024;(1):135-141. DOI: <https://doi.org/10.34921/amj.2024.1.021>

## ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ СИНТЕТИЧНИХ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК E621, E250 ТА E124 НА ОРГАНІЗМ: СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

Беляев І. С.

**Резюме.** Сучасна харчова промисловість характеризується широким використанням синтетичних харчових добавок, які застосовуються для покращення смакових властивостей, кольору, консистенції і збільшення термінів зберігання харчових продуктів. Попри технологічну й економічну доцільність їх використання, численні експериментальні та клінічні дослідження свідчать про потенційні ризики для здоров'я людини. Особливе занепокоєння викликає тривале й комбіноване надходження харчових добавок до організму, оскільки механізми їх поєднаної токсичної дії залишаються недостатньо вивченими.

Метою роботи був аналіз сучасних наукових даних щодо токсичного впливу глутамату натрію (E621), нітрит-у натрію (E250) і синтетичного барвника Понсо 4R (E124) на організм людини і лабораторних тварин, а також обґрунтування актуальності подальших досліджень їх комплексної дії на слинні залози.

У статті проаналізовано результати сучасних наукових публікацій, присвячених вивченню токсичності синтетичних харчових добавок. Встановлено, що глутамат натрію здатний чинити нейротоксичний, гепатотоксичний та репродуктивний вплив, сприяти розвиткові метаболічних порушень і окислювального стресу. Нітрит натрію характеризується вираженими окиснювальними властивостями, може провокувати метгемоглобінемію, гіпоксію, алергічні реакції, а також потенційно підвищувати ризик онкологічних захворювань.

Показано, що барвник Понсо 4R здатний викликати окислювальний стрес, прозапальні реакції, порушення експресії генів, нейротоксичні та репродуктивні зміни. Результати окремих експериментальних досліджень свідчать про можливий синергічний характер токсичної дії комплексу харчових добавок, зокрема щодо розвитку морфологічних змін у тканинах і порушень когнітивних функцій.

Найбільш уразливими до дії синтетичних харчових добавок є нервова система, печінка, нирки та репродуктивні органи. Водночас питання комбінованого впливу глутамату натрію, нітрит-у натрію та Понсо 4R на морфофункціональний стан слинних залоз залишаються недостатньо дослідженими. Отримані дані підтверджують необхідність подальших експериментальних і клінічних досліджень механізмів токсичної дії синтетичних харчових добавок та їх комплексного впливу на слинні залози.

**Ключові слова:** синтетичні харчові добавки, глутамат натрію, нітрит натрію, Понсо 4R, токсичність.

### TOXIC EFFECTS OF SYNTHETIC FOOD ADDITIVES E621, E250, AND E124 ON THE ORGANISM: CURRENT STATE OF THE PROBLEM

**Bieliaiev I. S.**

**Abstract.** The modern food industry is characterized by the widespread use of synthetic food additives applied to improve taste, color, texture, and shelf life of food products. Despite their technological and economic advantages, numerous experimental and clinical studies indicate potential health risks associated with their consumption. Particular concern is related to prolonged and combined exposure to food additives, since the mechanisms of their combined toxic effects remain insufficiently investigated.

The aim of this study was to analyze current scientific data regarding the toxic effects of monosodium glutamate (E621), sodium nitrite (E250), and the synthetic dye Ponceau 4R (E124) on the human body and experimental animals, as well as to substantiate the relevance of further investigations into their combined effects on salivary glands.

The study summarizes findings from contemporary scientific publications devoted to the toxicity of synthetic food additives. It was established that monosodium glutamate may exert neurotoxic, hepatotoxic, and reproductive effects, contribute to obesity, metabolic disorders, and oxidative stress. Sodium nitrite is characterized by pronounced oxidative properties and may cause methemoglobinemia, hypoxia, allergic reactions, and potentially increase the risk of oncological diseases.

Evidence suggests that the synthetic dye Ponceau 4R can induce oxidative stress, pro-inflammatory reactions, altered gene expression, neurotoxic effects, and reproductive disturbances. Experimental studies also indicate a possible synergistic nature of the toxic action of combined food additives, particularly regarding morphological tissue alterations and cognitive dysfunction.

The nervous system, liver, kidneys, and reproductive organs were identified as the most vulnerable targets of synthetic food additives. At the same time, the combined effects of monosodium glutamate, sodium nitrite, and Ponceau 4R on the morphofunctional state of salivary glands remain insufficiently studied. The obtained data confirm the necessity for further experimental and clinical investigations aimed at elucidating the mechanisms of toxic action of synthetic food additives and their combined effects on the organism.

**Key words:** synthetic food additives, monosodium glutamate, sodium nitrite, Ponceau 4R, toxicity.

#### ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Bieliaiev I. S.: <https://orcid.org/0009-0000-2253-3041> <sup>ABDEF</sup>

#### Адреса для кореспонденції

Беляєв Ігор Сергійович

Полтавський державний медичний університет

Україна, 36011, м. Полтава, вул. Шевченка 23

Тел.: +38099508184

E-mail: [bieliaiev.igor@pdmu.edu.ua](mailto:bieliaiev.igor@pdmu.edu.ua)

**A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє необмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Стаття надійшла 03.02.2026 року  
Стаття прийнята до друку 04.05.2026 року  
Опубліковано 27.05.2026 року