

Пилипенко Т. М.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Єфімова В. Г.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Качоровська О. П.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Мохно В. О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ В НИХ НАТРІЙ НІТРИТУ ЯК ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ Е 250

До складу продуктів харчування входять різні компоненти (їх суміші), в тому числі й харчові добавки з відповідною Е-кодифікацією (Е-номером, кодом). Уживаним складником харчових продуктів є натрій нітрит NaNO_2 , харчова добавка Е 250. Визначення якості та безпечності продуктів харчування – актуальне завдання сьогодення. Наразі все більше споживачів задаються питаннями щодо складу продуктів харчування, представлених у широкому асортименті на споживчих полицях України, функціональної дії наявних у них складників, їх якості та безпечності.

Мета дослідження – проаналізувати складники продуктів харчування, представлені на споживчому ринку України, визначити їх функціональні властивості та безпечність використання. Основне завдання полягало в дослідженні складу відібраних продуктів, виявленні в них натрій нітриту NaNO_2 як харчової добавки Е 250, визначенні її вмісту.

У статті проаналізовано склад трьох різних м'ясопродуктів вітчизняного та закордонного виробництва: 1) Сосиски вищого сорту «Дитячі», виробник – Україна; 2) Ковбаса Чорізо Екстра, виробник – Іспанія; 3) Хамон Серано, виробник – Іспанія.

Аналіз відібраних продуктів показав, що до їх складу, зазначеного на пакуваннях, входять компоненти (суміші складників) як неорганічного, так і органічного походження, в тому числі, й харчова добавка Е 250 (натрій нітрит NaNO_2). У складі сосисок вищого сорту «Дитячі» нараховано 11 компонентів, ковбаси Чорізо Екстра – 12, хамону Серано – 6.

За результатами проведених досліджень встановлено, що складники відібраних м'ясопродуктів характеризуються відповідною функціональною дією. Показано, що у складі досліджених продуктів наявні безпечні (сіль кухонна, цукор, паприка, часник, мускатний горіх, перець духмяний, Е 301 (натрій аскорбат), олія соняшникова, м'ясна сировина, вода питна), умовно безпечні (Е 450 (пірофосфати), Е 316 (натрій ізоаскорбат), білок соєвий, білок молочний, лактоза, меланж рідкий, Е 120 (кармін)) та потенційно небезпечні компоненти (Е 250 (натрій нітрит), Е 252 (калій нітрит)). Визначено незначний вміст натрій нітриту NaNO_2 як харчової добавки Е 250, складника відібраних продуктів, що знаходиться в межах допустимої норми.

Ключові слова: продукти харчування, склад, складники, натрій нітрит, харчова добавка, функціональна дія, безпечність, якісний та кількісний аналіз.

Постановка проблеми. На споживчому ринку України представлено широкий асортимент продуктів харчування як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Це ставить споживачів

перед вибором, яким харчовим продуктам віддати перевагу. Виникають запитання щодо якості та безпечності продуктів, їх складників, зазначених на пакуванні, компонентів із відповідною

Е-кодифікацією (Е-номером, кодом) [1–3]. Важливі питання – функціональна дія (властивості) пронумерованих речовин (їх сумішей) [4; 5], які є харчовими добавками, частиною продуктів харчування, наявність широко уживаного натрій нітриту NaNO_2 як харчової добавки Е 250.

Оцінювання якості та безпечності продуктів харчування включає багато етапів [6; 7]. Серед них – дослідження складників, зазначених на пакуванні, визначення потенційно небезпечних компонентів, у тому числі й харчових добавок, виявлення уживаної виробниками харчової добавки Е 250, встановлення їх якісного та кількісного складу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У виробництві продуктів харчування використовуються різні складники, в тому числі й харчові добавки [1–5]. Вони надають харчовим продуктам відповідних функціональних властивостей [1]. Подовжують термін зберігання, захищають від псування, формують текстуру, регулюють смак, покращують зовнішній вигляд, посилюють колір, виконують іншу функціональну дію.

Харчові добавки мають відповідну Е-кодифікацію [1], відповідний Е-номер (Е-код). Позначення «Е» і порядковий номер (Е-кодифікація) застосовуються для харчових добавок, які в харчовій промисловості є складниками продуктів. Це, наприклад, консерванти, стабілізатори, підсилювачі смаку, загусники, розпушувачі тощо. Є серед них складники абсолютно нешкідливі, а є небезпечні чи дуже небезпечні [6; 7].

Натрій нітрит (Е 250) – важлива, широко уживана харчова добавка, яка використовується в харчовій промисловості як консервант, фіксатор кольору, стабілізатор [2]. Основна функція натрій нітриту як харчової добавки Е 250 полягає у збереженні якості та безпечності харчових продуктів [9], зокрема м'ясних і рибних виробів, завдяки характерній здатності пригнічувати розвиток небезпечних мікроорганізмів, що викликають ботулізм [7].

Натрій нітрит NaNO_2 – складник, який зберігає харчові продукти, сприяє збереженню рожево-червоного відтінку м'яса та забезпечує тривалий термін його зберігання. Попри позитивну дію натрій нітриту, його використання викликає значне занепокоєння через можливий вплив на організм людини. Надмірна кількість нітритів в організмі може спричинити утворення метгемоглобіну, що знижує здатність крові переносити кисень, а також сприяє утворенню нітрозамінів, потенційно канцерогенних сполук [6].

Харчова добавка Е 250 використовується у виробництві різних видів ковбас, сосисок, сарделок, шинки, консервованих м'ясних продуктів, копченостей тощо. Як складник продуктів харчування натрій нітрит NaNO_2 підлягає суворому контролю. Його концентрація у харчових продуктах обмежена регуляторними нормами. У Європейському Союзі та в Україні встановлено допустимі рівні додавання нітритів у харчові продукти, які зазвичай не перевищують 50–150 мг/кг продукту [3].

Численні дослідження показали, що нітрити здатні вступати у взаємодію з амінами та амідами, утворюючи нітрозаміни, сполуки, які потенційно небезпечні для здоров'я людини через канцерогенний ефект [8]. Для зменшення ризику та збереження здоров'я споживачам рекомендується дотримуватись збалансованого раціону харчування, а виробникам – використовувати антиоксиданти, що запобігають утворенню нітрозамінів.

Наразі в харчовій промисловості приділяється значна увага дослідженням інноваційних хімічних технологій, які дозволять знизити використання нітритів або замінити їх без шкоди для якості та безпечності продуктів харчування. Так, у співпраці виробників і науковців, досліджуються природні замінники [4; 9], наприклад, екстракти рослин із антимікробними властивостями, що сприяє розвитку більш безпечних методів консервування.

Постановка завдання. Зважаючи на широкий асортимент продуктів харчування, представлених на споживчому ринку України, завдання дослідження – проаналізувати склад відібраних харчових продуктів, виявити в них натрій нітрит NaNO_2 як харчову добавку Е 250, визначити її вміст.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження складу продуктів харчування відібрано зразки трьох різних м'ясопродуктів, представлених на споживчому ринку України: 1) Сосиски вищого сорту «Дитячі», виробник – Україна; 2) Ковбаса Чорізо Екстра, виробник – Іспанія; 3) Хамон Серано, виробник – Іспанія.

Аналіз відібраних продуктів показав, що до їх складу, зазначеного на пакуванні, входять різні компоненти (суміші складників) як неорганічного, так і органічного походження, в тому числі, й харчова добавка Е 250 (натрій нітрит NaNO_2). У складі сосисок вищого сорту «Дитячі» нараховано 11 компонентів, ковбаси Чорізо Екстра – 12, хамону Серано – 6. Складники досліджуваних продуктів та їх можлива функціональна дія [1] описані в таблиці 1.

Безпечність [7; 9] виявлених складників у відібраних продуктах за їх функціональною дією представлено в таблиці 2. Оцінювання проаналі-

Складники досліджуваних продуктів, зазначені на пакуванні, та їх можлива функціональна дія

Харчовий продукт	Складник	Функціональна дія
Хамон Серано	Свинячий окіст	Основний складник продукту, джерело білка та жиру
	Сіль	Консервант, підсилювач смаку
	Цукор	Регулятор, підсилювач смаку
	Консервант Е 250 (натрій нітрит)	Консервант, антибактеріальний агент, діє швидко, використовується в процесі виробництва
	Консервант Е 252 (калій нітрат)	Консервант, антибактеріальний агент, діє повільно, активується під час зберігання продукту
	Антиоксидант Е 301 (натрій аскорбат)	Антиоксидант, регулятор кислотності, покращує забарвлення продукту
Ковбаса Чорізо Екстра	Свинина	Основний складник продукту, джерело білка та жиру
	Сіль	Консервант, підсилювач смаку
	Паприка	Пряність, надає специфічний смак і колір
	Часник	Природний ароматизатор, антибактеріальний агент
	Лактоза	Молочний цукор, покращує текстуру та смак
	Білок соєвий	Замінник м'яса, стабілізатор структури
	Декстроза	Підсолоджувач, загусник, стабілізатор, розм'якшувач, протеолітичний фермент, що допомагає розщеплювати білки
	Білок молочний	Казеїн, емульгатор, стабілізує структуру
	Емульгатор Е 450 (пірофосфати)	Стабілізатор, регулятор кислотності, розпушує, утримує вологу, входить до складу емульгаторів, комплексують речовини та підсилювачів
	Консервант Е 250 (натрій нітрит)	Консервант, антибактеріальний агент
	Антиоксидант Е 301 (натрій аскорбат)	Антиоксидант, регулятор кислотності, покращує забарвлення продукту
	Барвник Е 120 (кармін)	Надає продукту червоного кольору
Сосиски вищого сорту «Дитячі»	М'ясна сировина	Основний складник, джерело білка та жиру
	Вода питна	Забезпечує необхідну консистенцію продукту
	Олія соняшникова рафінована	Жирова речовина, що поліпшує текстуру та смакові якості
	Меланж яєчний	Поліпшує текстуру, зв'язує компоненти
	Молоко коров'яче сухе знежирене	Покращує загальний смак і колір м'ясних продуктів, утримує вологу
	Сіль	Консервант, підсилювач смаку
	Цукор	Регулятор, підсилювач смаку
	Антиоксидант Е 316 (натрій ізоаскорбат)	Підкислювач, стабілізатор забарвлення, регулятор кислотності
	Мускатний горіх мелений	Натуральний ароматизатор
	Перець духмянний мелений	Натуральний ароматизатор
	Стабілізатор Е 250 (натрій нітрит)	Стабілізуючий, антибактеріальний агент, консервант

зованих харчових компонентів записано наступним чином. Безпечні складники: Сіль кухонна, цукор; Паприка, часник, мускатний горіх, перець духмянний; Е 301 (натрій аскорбат); Олія соняшникова, м'ясна сировина, вода питна. Умовно безпечні складники: Е 450 (пірофосфати), Е 316 (натрій ізоаскорбат); Білок соєвий, білок молочний; Лактоза, меланж рідкий; Е 120 (кармін). Потенційно небезпечні складники: Е 250 (натрій нітрит); Е 252 (калій нітрит).

У відповідності до державного стандарту ДСТУ 4436:2005 [10] вміст (масова частка) натрій нітриту NaNO_2 є одним із нормованих фізико-

хімічних показників м'ясопродуктів (варених ковбас, сосисок, сарделюк різних гатунків). Масова частка натрій нітриту в м'ясопродуктах не повинна перевищувати $5 \cdot 10^{-3} \%$. Це вказує на його допустиму норму.

Підготовка проб досліджуваних продуктів до аналізу [2].

1. Приготування водної витяжки з відібраних зразків.

У склянках зважуємо 5 г подрібнених продуктів, наливаємо 30 мл підігрітої до 60°C дистильованої води та перемішуємо впродовж 10 хв. Підготовлені суміші відстоюємо 1 год.

Таблиця 2

Безпечність складників досліджуваних продуктів за їх функціональною дією

Складник	Функціональна дія	Безпечність
Лактоза	Покращує текстуру та смак	Безпечна для більшості людей, але може бути небезпечною для осіб з непереносимістю білків молока
Казеїн (молочний білок)	Емульгатор, стабілізує структуру продукту	Безпечний для більшості, але може викликати алергію в осіб із непереносимістю білків молока
Декстроза	Підсолоджувач, загусник, стабілізатор, розм'якшувач, допомагає розщеплювати білки	Безпечна в невеликих кількостях, надмірна кількість може впливати на рівень глюкози в крові
Антиоксидант Е 316	Стабілізатор забарвлення, регулятор кислотності	Безпечний для здоров'я, але у великих дозах може подразнювати слизову оболонку шлунку
Натрій аскорбат (Е 301)	Антиоксидант, регулятор кислотності, захищає продукт від окиснення, покращує забарвлення	Безпечний, але у великих кількостях може викликати подразнення шлунку
Пірофосфати (Е 450)	Стабілізатор, регулює кислотність, утримує вологу, покращує текстуру продукту	Надмірна кількість може порушувати баланс кальцію та фосфору в організмі
Кармін (Е 120)	Барвник, надає продукту насиченого червоного кольору	Загалом безпечний, але може спричиняти алергічні реакції у чутливих осіб
Калій нітрат (Е 252)	Консервант, антибактеріальний агент, активується під час зберігання продукту	У дозованих нормах безпечний, але може утворювати нітроти, які сприяють утворенню нітрозамінів
Натрій нітрит (Е 250)	Консервант, антибактеріальний агент, стабілізатор кольору	У дозованих нормах безпечний, але може сприяти утворенню нітрозамінів, що є потенційно канцерогенними

2. Осадження білків.

До складу досліджуваних продуктів входять білки. Натрій нітрит NaNO_2 при взаємодії з білком набуває властивостей барвника, що характеризується «фарбуванням» [3]. Звідси й апетитний, «натуральний» рожевий колір у досліджуваних продуктах. Для подальших досліджень проводимо осадження білків.

Суміші продуктів переносимо у мірні колби ємністю 50 мл, доводимо об'єми до мітки, змиваючи залишки досліджуваних наважок, та перемішуємо. У склянки піпетками відбираємо 20 мл водних витяжок м'ясопродуктів, додаємо 10 мл 0.1 н розчину натрій гідроксиду NaOH , 40 мл насиченого розчину цинк сульфату ZnSO_4 , перемішуємо.

Склянки з розчинами нагріваємо на водяній бані за температури 100 °С упродовж 10 хв. Розчини охолоджуємо, фільтруємо у мірні колби ємністю 100 мл, додаємо 4 мл реактиву Грісса (суміш рівних об'ємів розчинів 1 % розчину сульфанілової кислоти у 12 % розчині оцтової кислоти (100 мл) та 0.1 % розчин α -нафтиламіну в 12 % розчині оцтової кислоти (100 мл)), доводимо до мітки та перемішуємо. Таким чином, маємо підготовлені проби досліджуваних продуктів, які далі аналізуємо.

Із підготовленими пробами проводимо якісний хімічний аналіз [8] по виявленню катіону натрію Na^+ та нітрит-іону (аніону) NO_2^- .

Ідентифікація катіону натрію Na^+ [2; 8].

1) При внесенні в полум'я пальника змочених досліджуваними пробами графітових стержнів спостерігаємо забарвлення полум'я в жовтий колір.

2) Мікрокристалоскопічна реакція. При обробці на предметному склі краплі підготовлених проб краплею насиченого спиртового розчину пікринової кислоти $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$, з наступним висушуванням, спостерігаємо утворення осаду у вигляді голчастих кристалів характерної форми.

Ідентифікація нітрит-іону (аніону) NO_2^- [2; 8].

1) Розчин дифеніламіну $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ за наявності нітрит-іону (аніону) NO_2^- у сильно кислому середовищі утворює сполуку синього кольору – бензидинову синь (фіолетову форму дифенілбензидину).

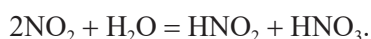
Для проведення аналізу на предметні скельця крапаємо 2 мл підготовлених проб, додаємо краплю 1 % розчину дифеніламіну $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ у концентрованій сульфатній кислоті H_2SO_4 . Спостерігаємо появу блідо-фіолетової барви – утворення бензидинової сині (фіолетової форми дифенілбензидину), наявність якої свідчить про низький вміст натрій нітриту NaNO_2 як харчової добавки Е 250 у досліджуваних пробах [6].

2) Взаємодія розбавленої сульфатної кислоти H_2SO_4 з досліджуваними пробами. Відбувається

виділення газів – безбарвного нітроген (II) оксиду NO та бурого нітроген (IV) оксиду NO₂:



У пробірки піпеткою вносимо 2 мл підготовлених проб, додаємо стільки ж розбавленої H₂SO₄ і нагріваємо. Над пробірками тримаємо змочений дистильованою водою індикаторний папірець. Він набуває рожевого відтінку, оскільки нітроген (IV) оксид NO₂ при взаємодії з водою, утворює суміш нітритної HNO₂ та нітратної HNO₃ кислот відповідно:



Низький вміст натрій нітриту NaNO₂ як харчової добавки Е 250 у відібраних продуктах підтверджено кількісним аналізом (спектрофотометричним методом) у підготовлених очищених пробах. Кількісно визначено, що вміст

натрій нітриту NaNO₂ в них дорівнює $3 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3} \%$ і не перевищує нормованого значення $5 \cdot 10^{-3} \%$ [10].

Висновки. Встановлено, що до складу відібраних продуктів харчування, представлених на споживчому ринку України, входять різні компоненти (суміші складників) з відповідною функціональною дією, наприклад, консерванти, стабілізатори, які подовжують термін їх зберігання, стабілізують консистенцію та колір.

Показано, що у складі досліджених харчових продуктів наявні безпечні, умовно безпечні та потенційно небезпечні компоненти, серед яких натрій нітрит NaNO₂, харчова добавка Е 250.

Визначено незначний вміст натрій нітриту NaNO₂ як харчової добавки Е 250, складника досліджених продуктів, що знаходиться в межах допустимої норми і свідчить про безпечність використання.

Список літератури:

1. Ластухін Ю. О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: навч. посіб. Львів : Центр Європи, 2009. 836 с.
2. Пилипенко Т. М., Єфімова В. Г., Хрокало Л. А., Воробйова В. І. Хімічні методи аналізу харчових добавок та косметичних засобів: Лабораторний практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія». К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 72 с.
3. Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В. І. Воробйова та ін. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 345 с.
4. Мансурова А. В., Пилипенко Т. М. Дослідження складників продукту жувальних драже. *Сучасні аспекти та перспективні напрямки розвитку науки: матеріали міжнар. студ. наук. конф. (Кропивницький, 16 жовтня 2021 р.)*. Кропивницький, 2021. С. 16–18.
5. Combined Compendium of Food Additive Specification. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Analytical methods, test procedures and laboratory solutions used by and referenced in the food additive specifications. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2016. 296 p.
6. Методи визначення фальсифікації товарів: підручник / А. А. Дубініна та ін. К. : Видавничий дім «Професіонал», 2010. 272 с.
7. Димань Т. М., Мазур Т. Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: підручник. К. : ВЦ «Академія», 2011. 520 с.
8. Бутченко Л. І., Хохотва О. П., Терещенко О. М., Глушко О. В. Аналітична хімія. Якісний хімічний аналіз: метод. вказівки до вивчення дисципліни для студентів усіх напрямків підготовки. К. : НТУУ «КПІ», 2013. 136 с.
9. Мансурова А. В., Пилипенко Т. М. Безпечність харчових добавок у продуктах харчування. *Пріоритетні напрямки та вектори розвитку світової науки: матеріали міжнар. студ. наук. конф. (Миколаїв, 21 травня 2021 р.)*. Миколаїв, 2021. С. 190–191.
10. ДСТУ 4436:2005. Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 32 с.

Pylypenko T. M., Yefimova V. G., Kachorovskaya O. P., Mokhno B. O. INVESTIGATION OF THE COMPOSITION OF FOOD PRODUCTS AND DETECTION OF SODIUM NITRITE AS FOOD ADDITIVE E 250

The composition of food products includes various components (their mixtures), among which are food additives identified by corresponding E-numbers (E-codes). A commonly used component in food products is sodium nitrite (NaNO₂), classified as food additive E 250. Ensuring the quality and safety of food products remains a pressing issue today. Increasingly, consumers are raising questions such as: "What is included in

the composition of food products available in a wide assortment on Ukrainian store shelves? What are the functional properties, quality, and safety of their components?”.

The aim of this study was to investigate the components of food products available on the Ukrainian consumer market, determine their functional properties, and assess the safety of their use. The primary objective of the research was to analyze the composition of selected products, detect the presence of sodium nitrite (NaNO_2) as food additive E 250, and quantify its content.

The article analyzes the composition of three different meat products of domestic and foreign origin: 1) Premium-grade sausages “Dytyachi” (manufacturer – Ukraine); 2) Chorizo Extra sausage (manufacturer – Spain); 3) Jamón Serrano (manufacturer – Spain).

The analysis of the selected products revealed that their compositions, as stated on the packaging, include various components (mixtures of ingredients) of both inorganic and organic origin, including food additive E 250 (sodium nitrite, NaNO_2). The composition of “Dytyachi” sausages was found to include 11 ingredients, Chorizo Extra sausage – 12 ingredients, and Jamón Serrano – 6 ingredients.

The results of the study established that the selected meat products available on Ukrainian store shelves contain various components (their mixtures) with corresponding functional properties. It was demonstrated that the investigated products include safe components (salt, sugar, paprika, garlic, nutmeg, allspice, E 301 (sodium ascorbate), sunflower oil, meat raw materials, drinking water), conditionally safe components (E 450 (pyrophosphate), E 316 (sodium erythorbate), soy protein, milk protein, lactose, liquid egg melange, E 120 (carmine)), and potentially hazardous components (E 250 (sodium nitrite), E 252 (potassium nitrite)), among which sodium nitrite (NaNO_2), food additive E 250, is present.

A low content of sodium nitrite (NaNO_2) as food additive E 250 was determined in the selected products, within permissible limits.

Key words: *food products, composition, components, sodium nitrite, food additive, functional properties, safety, qualitative analysis, quantitative analysis.*