

НИЗЬКІ ТЕМПЕРАТУРИ ЯК ЧАСТИНА СТРАТЕГІЇ ЗМЕНШЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ КОМПОНЕНТІВ У М'ЯСОПРОДУКТАХ

Оносова І.А., канд. економ. наук, докторант
Донецький національний університет економіки і торгівлі
ім. Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк

У статті розглянуто сучасні методи зменшення вмісту небезпечних неорганічних компонентів у м'ясопродуктах. Визначено чинники, що сприяють зменшенню доданого нітриту натрію і його залишкової кількості.

The up-to-date techniques of non-organic component decrease in meat products are observed in the article. The factors that influence the decrease of sodium nitrate added and its residual quantity are determined.

Ключові слова: нітрит натрію, токсичність, заміна, технологія бар'єрів, залишкова кількість.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Проблема неорганічних компонентів у класичних технологіях харчових продуктів досить відома.

Останніми роками найбільш широко обговорюється використання потенційно канцерогенного і токсичного нітриту натрію в м'ясних і ковбасних виробках.

Покупець сотні років знає, що колір у більшості видів ковбаси і м'ясопродуктів має бути червоним. Це тест на присутність в рецептурі нітриту, а значить і безпеку продукту — в першу чергу бактеріальну.

Нітрит натрію (харчова добавка E250) має довгу історію використання у м'ясних виробках для надання їм звичного кольору і забезпечення необхідного рівня бактеріальної стійкості. Антимікробну дію нітритів можна пояснити визволенням із них азотистої кислоти, а із неї — оксидів азоту. Останні зв'язуються із аміногрупами дегідрогеназ мікробних клітин, що призводить до їхнього знищення. Специфічна дія нітритів полягає також у сповільненні дії бактеріальних ферментів, які беруть участь у розщепленні глюкози [1]. Крім того, на думку деяких науковців, реакції нітриту із цитохромами і ферментами, що містять сульфідні групи, також здатні впливати на життєдіяльність бактерій у процесі обміну речовин [2]. Токсична сіль азотної кислоти пригнічує розвиток багатьох мікроорганізмів — *C. Botulinum*, сальмонели, стафілококи і зберігає червоний колір м'яса, його текстуру і смак. Коли тривалість життя не доходила до 45 років і вірогідність смерті від раку була мала, нітрит став прекрасним рішенням. В наші дні структура смертності і тривалість життя інша, і кілька десятиліть тому достовірна інформація про потенційну канцерогенність нітритів спровокувала підвищення інтересу до цієї харчової добавки. Складність контролю за надходженням нітритів до організму людини з різних джерел, а також ендогенне утворення нітриту натрію і нітрузування його похідних обумовлюють необхідність зменшення його споживання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна наука приділяє значної уваги вирішенню цього питання.

Основні спроби в напрямку зменшення споживання нітриту зосереджені навколо ідеї пошуку одного з'єднання здатного бути повною заміною. У спробі забезпечення комплексності функцій нітритів були розглянуті кілька сотень з'єднань, але жодне не було гарною заміною.

Серед запропонованих замінників нітриту можна виділити ериторбат натрію, альфа-токоферол, сорбати, пропіленгліколь і лаурицидин, штам *Lactobacillus fermentum*, екстракт *Monascus* (*Fincgremmels* та ін.), ліганд нітритів (Howard та ін.), алкенові кислоти і ефіри, протопорфірин [3].

Метою проведеного дослідження є оцінка ефективності та безпеки існуючих методів зменшення вмісту нітриту натрію у м'ясопродуктах і аналіз можливості використання їх комбінації.

Виклад основного матеріалу досліджень. Незважаючи на відсутність прямих доказів, нітрит натрію відносять до потенційних канцерогенів, в основному за рахунок здатності виступати в продуктах попередником нітрозамінів, канцерогенність яких знайшла досить серйозне підтвердження [3].

Більшість країн світу з метою обмеження використання нітриту натрію пішла шляхом заборони прямого використання цієї сполуки у технологічному процесі. На виробництвах, де використовується консервант E250, відповідно до законодавства встановлюються суворі правила зберігання та роботи з даною харчовою добавкою. У законодавстві України гранична норма використання добавки E250 встановлена

на рівні 50 мг на кілограм готового продукту [4]. У Євросоюзі нітрит натрію дозволено застосовувати тільки в якості добавки до куховарської солі в кількості 0,6 % [5].

Вилучення з рецептур нітритів вимагає рішення, таким чином, рішення двох технічних завдань: забезпечення звичного зовнішнього вигляду продукту; компенсація зменшених бактерицидних властивостей рецептури.

Перша задача досить очевидно може бути вирішена застосуванням органічних барвників [6]. Однак, незважаючи на наявність певних бактерицидних властивостей у помітній частині барвників, їхній рівень не забезпечує адекватної заміни неорганічних компонентів. Тому оптимальний шлях вирішення повинен виключати введення в рецептуру нових речовин, оскільки наявність антибіотичних добавок значно зужує потенційний ринок продукції.

Сучасна наука пропонує ряд напрямків вирішення даної проблеми.

Як було зазначено вище, більшість країн світу регулює використання нітритів натрію шляхом вимог до виду використовуваного нітритів натрію, тому в Україні в більшості випадків він може застосовуватися в харчовій промисловості в чистому вигляді, а у країнах Європи у формі нітратної засольної суміші, тобто розведеним кухарською сіллю в співвідношенні 1:200 до 1:250.

Куховарська сіль має, як відомо, бактериостатичні властивості в основному за рахунок забезпечення в застосовуваних концентраціях гіпертонічності водної фази продукту (певною мірою аналогічну функцію в рецептурах виконує і сахароза).

Пік інтересу до теми кухарської солі в даний час, мабуть, вже у минулому, але стабільне зростання відносної захворюваності серцево-судинними захворюваннями в розвинених країнах неминуче призведе до повторних сплесків. Доведено, що надмірне споживання солі підвищує ризик раку шлунка і сечового міхура. Нестача солі також надзвичайно шкідлива, але сьогодні таке практично не зустрічається, адже сучасна людина споживає в середньому 10–12 г солі на добу. Багато надлишкової солі надходить до організму людини з м'ясними продуктами, виготовленими харчовою індустрією. Наприклад, 100 г м'ясних консервів містять 1–1,8 г солі, варених ковбас, сосисок та сардельок — 2–2,5 г, напівкопчених і сирокочених ковбас — 3–3,5 г. Фізіологічна щоденна потреба організму дорослої людини у хлориді натрію становить 4–5 г. Обмеження споживання кухарської солі є одним із заходів дієтичної профілактики раку. Для цілого ряду захворювань, зокрема, досить поширених вегето-судинних дистоній і порушень серцевого ритму, раціональним стає споживання не більше 0,5 г на добу. Така межа відразу вимагає виключення з раціону цілого ряду традиційних продуктів, зокрема, ковбасних виробів, що крім погіршення суб'єктивної якості життя потенційно скорочує варіативність набору продуктів, що містять тваринні жири, у тому числі найбільш стабільних в умовах зберігання без застосування охолодження.

Таким чином, зменшення вмісту нітритів натрію шляхом використання його суміші із хлоридом натрію вирішує проблему зменшення токсикологічного навантаження на організм людини тільки частково.

Інший відомий засіб — використання сорбатів. Обробка 10–20 %-м розчином сорбату калію пригнічує зростання цвілевих грибів на ковбасах та сардельках. Робилися спроби захистити від збудників псування і токсиноутворюючих мікроорганізмів яловичину і м'ясо птиці, зануренням їх в 5–10 %-й розчин сорбату калію. Разом з помірним охолодженням і вакуумним упакуванням такий спосіб дозволяє значно збільшити термін придатності.

У роботах фахівців розглядалася можливість використання сорбінової кислоти замість нітритів або в поєднанні з зменшеною його кількістю для обмеження зростання клостридій та інших токсиноутворюючих бактерій в солонині. Раніше, в результаті дослідів на поживних середовищах, було зроблено висновок, що сорбінова кислота неефективна проти цих мікроорганізмів. Однак нові дослідження показали, що у м'ясопродуктах, при рН близько 6, за умови поєднання сорбатів з невеликою кількістю нітритів або фосфатів, пригнічується діяльність клостридій (включаючи утворення ними токсинів) та інших бактерій. Ця дія проявляється щонайменше в такій же мірі, як і самі нітрити в застосовуваних в даний час концентраціях. Крім того, сорбінова кислота *in vitro* уповільнює утворення деяких нітрозамінів. Проте ні сорбінова кислота, ні сорбат калію не можуть бути використані замість нітритів, оскільки не надають м'ясу червоного забарвлення і не сприяють утворенню аромату соління.

Використання комплексних добавок на основі молочної кислоти і лактатів дозволяє істотно підвищити мікробіологічну безпеку продукції, поліпшити її якість і функціонально-технологічні характеристики. Проведеними дослідженнями [7] встановлено позитивну дію комплексних лактатовмісних добавок на зниження залишкового вмісту нітритів натрію в варених ковбасних виробках (на 50–55 %). Введення ж індивідуальних лактатів знижує вміст залишкового нітритів натрію в зазначених виробках лише на 10–30 %. Відповідно змінюються показники окислювальних процесів: при введенні монокомпонентів в систему перекисне число в зразках варених ковбас знижується на 20 %, але при введенні композиції (молочна кислота плюс лактат натрію) це число знижується на 50 %. При цьому було констатовано істотне прискорення трансформації нітритів натрію в процесах кольороутворення м'ясних продуктів, що включають

композиційні лактатовмісні добавки, що важливо з точки зору підвищення безпеки м'ясних продуктів, що виробляються з добавками нітритів. Було помічено, що збільшення масової частки комплексної лактатовмісної добавки супроводжується підвищенням інтенсивності зафарбування вареної ковбаси, що свідчить про позитивний вплив добавки на утворення нітросопігментів. Ймовірно, лактат-іони, виступаючи конкурентами окислювача (кисню повітря), сприяють утворенню нітросоміоглобину і нітросогеомоногену, що мають рожево-червоний і рожевий колір відповідно, і перешкоджають окислення нітросопігментів [7].

Проведені дослідження показали, що зниження рН сприяє різкому зниженню залишкового нітриту. Ідея використання низьких значень рН для зменшення залишкового нітриту і, таким чином, потенціал формування нітросамінів, може бути реалізована за допомогою хімічних підкислювачів. Ця процедура не тільки зменшує утворення нітросамінів при смаженні, але і сприяє додатковому захисту від ботулізму. Добавка аскорбінової, ізоаскорбінової кислот (E300, E315), або їх солей — аскорбата і ізоаскорбата натрію (E301, E316) — також підвищує вихід окису азоту, тобто ефективність використання нітритів

Серед безлічі рішень, спрямованих на зниження рівня вмісту залишкового нітриту натрію, особливий інтерес представляє застосування кавітаційної обробки води, що додається в фарші ковбасних виробів [8].

Порівняльний аналіз отриманих даних показав, що в зразках з кавітаційно дезінтегрованою водою вміст залишкового нітриту нижче в середньому в 1,5–2 рази порівняно з контрольними зразками. Встановлено, що застосування кавітаційно активованої води сприяє кращому залученню нітриту натрію в реакцію з міоглобином м'яса, в результаті чого велика частина нітриту відновлюється в нітросоміоглобін і знижується його залишкова кількість. Крім того, дезінтегруюча здатність сінперіодичної кавітації дозволяє формувати термодинамічну нерівновагу стану води, надаючи їй ряд унікальних властивостей. Вода при кімнатній температурі набуває такої ж розчинної здатності, яку в умовах рівноваги має при температурі 80 °С. Якщо в цій воді розчинити таку багатofункціональну добавку як нітрит натрію, то іони, що утворюються в результаті дисоціації при кавітаційній обробці міцно зв'язуються з молекулами води. Ефект посилення дії нітриту натрію позначається не тільки на кольорі м'ясних виробів, але і на формуванні смако-ароматичних властивостей, мікробіологічних і інших показників. Отже, кавітаційна дезінтеграція води дозволяє зменшити вміст залишкового нітриту практично в 2 рази.

Іншою технологічною можливістю обмеження і скорочення рівню залишкового нітриту є упакування без вакууму, яке сприяє більш швидкому видаленню залишкового нітриту, але дещо зменшує термін придатності продукту. Ведуться дослідження щодо використання бар'єрної плівки в поєднанні з високим рівнем вакууму.

Перспективним напрямком є використання фізичних впливів, зокрема, глибокої заморозки на нетри-валій період (до кількох діб). Відомо, що такий вплив має бактерицидну дію, зокрема, відносно ботуліністичної палички. В той же час він значно менше пошкоджує механічну структуру м'язових волокон, відповідно, менше впливає на зниження органолептичних властивостей продукту. Неминуче погіршення характеристик міцності м'ясних компонентів, наприклад, ковбасних виробів, може бути компенсовано порівняно невеликими добавками структурних модифікаторів.

Таким чином, ми можемо виділити групи чинників, які, здатні впливати на первинну концентрацію і залишкову кількість нітриту натрію у м'ясопродуктах:

1. Хімічні (нітритовмісні засольні суміші, ериторбат натрію, альфа-токоферол, сорбати, пропіленгліколь і лаурицидин, ліганд нітритів, алкенові кислоти і ефіри, протопорфірин, аскорбінова або ізоаскорбінова кислоти та їхні солі — аскорбат та ізоаскорбат натрію, комплексні лактатовмісні добавки).

2. Фізичні (термічна обробка, охолодження, заморожування, кавітаційна обробка води, упакування без вакууму, бар'єрна плівка).

3. Мікробіологічні (використання штамів *Lactobacillus, fermentum*, екстрактів *Monascus*).

Кожен з означених методів має певний рівень ефективності щодо зменшення нітриту натрію, але не здатен вирішити проблему цілком. Тому, на нашу думку, доцільним буде сумісне використання декількох методів.

Комбінування різних факторів було обґрунтовано в «технології бар'єрів» Лейстнера, відповідно до якої кілька гальмуючих чинників (бар'єрів) сповільнюють розвиток мікроорганізмів, якщо ці бар'єри встановлені в продукті в потрібному числі, і на потрібній "висоті" (навіть якщо кожен бар'єр окремо недостатній для пригнічення мікробів) [3,9].

Схема традиційної технології забезпечення мікробіологічної безпеки м'ясопродуктів представлена на рис. 1.

На рис. 1 видно, що навіть при традиційній технології виготовлення м'ясопродуктів технологічно встановлено як мінімум три бар'єри для гальмування розвитку мікроорганізмів, основним із яких є додавання нітриту натрію.

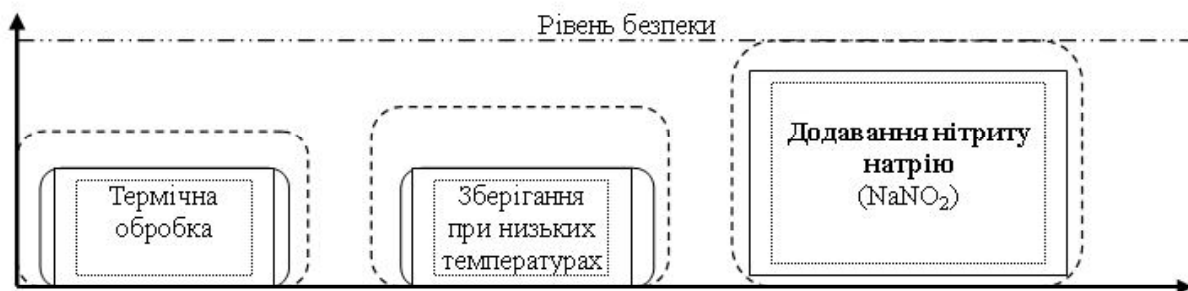


Рис. 1 – Традиційні фактори забезпечення мікробіологічної безпеки м'ясопродуктів

На основі проведеного дослідження можна побудувати загальну схему потенційно можливих бар'єрів гальмування розвитку мікроорганізмів, кінцевою метою якої є забезпечення безпеки м'ясопродуктів за умови використання зменшеної кількості нітриту натрію.

На рис. 2 видно, що концентрація консерванту NaNO_2 , яка, наприклад, при кімнатній температурі не може запобігти псуванню, при зберіганні продукту на холоді, а тим більш за умови заморожування, стає достатньою.

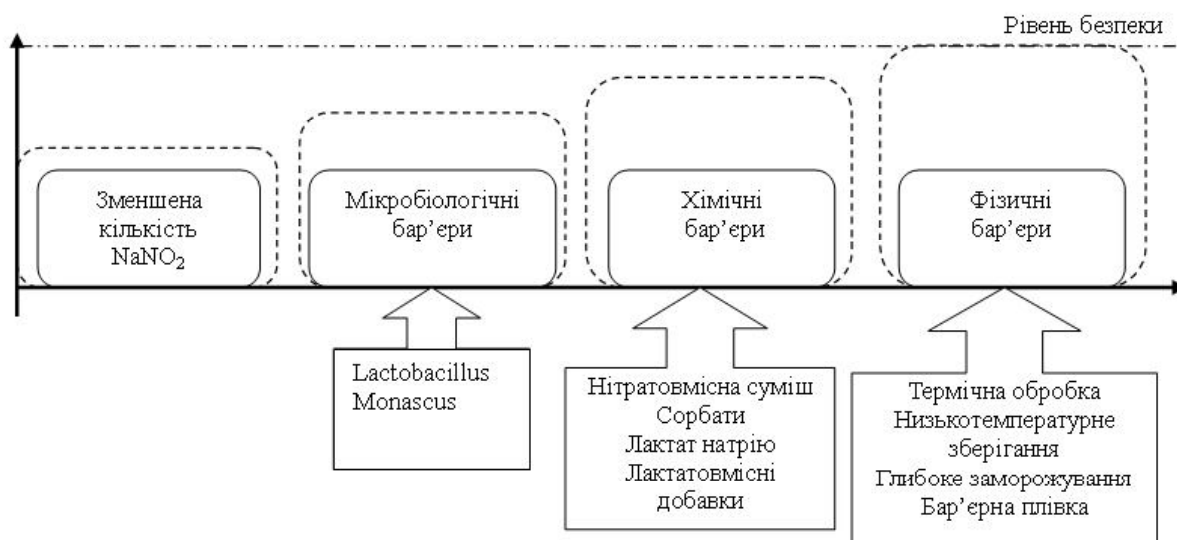


Рис. 2 – Забезпечення мікробіологічної безпеки м'ясопродуктів на основі технології бар'єрів за умови зменшення кількості внесеного нітриту натрію

Іншим напрямком зменшення токсикологічного навантаження м'ясопродуктів є зниження залишкової кількості доданого нітриту натрію. Чинники, що здатні впливати на цей процес наведені на рис. 3.

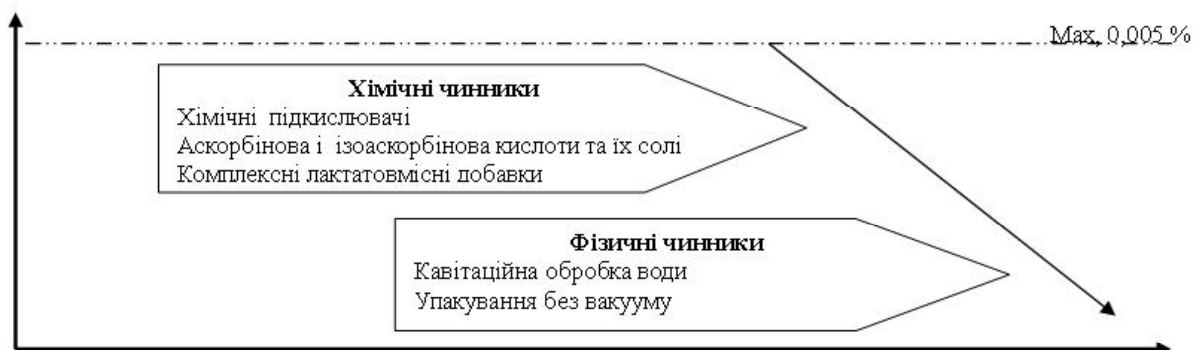


Рис. 3 – Чинники зменшення залишкової кількості нітриту натрію у м'ясопродуктах

Висновки

1. Висока токсичність нітриту натрію, складність контролю за надходженням нітритів обумовлюють необхідність зменшення споживання цієї добавки.

2. Технологія бар'єрів здатна забезпечити гальмування розвитку мікроорганізмів за умови використання зменшеної кількості нітриту натрію.

3. Зменшенню залишкової кількості нітриту натрію у м'ясопродуктах сприяють хімічні (підкислювачі, аскорбінова і ізоаскорбінова кислоти та їх солі, комплексні лактатовмісні добавки) і фізичні (кавітаційна обробка води, упакування без вакууму) чинники.

4. Знижені температури сприяють підвищенню бактерицидної дії антимікробних складових м'ясопродуктів, а значить дозволяють зменшити їхню концентрацію без збитку для мікробного або сенсорних профілів готового продукту.

Таким чином, комбінування рецептурної і технологічної модифікації процесу, на наш погляд, є перспективним засобом зниження токсичності м'ясопродуктів. Напрямом подальших досліджень є визначення технологічних параметрів та умов комбінування різних факторів фізичного та хімічного впливу з метою зменшення, а в перспективі повного видалення, небезпечних компонентів із м'ясопродуктів.

Література

1. Woods L.F.J. The involvement of nitric oxide in the inhibition in the phosphoroclastic system of *Clostridium sporogenes* by sodium nitrite / L. F. J. Woods, J. M. Wood, P. A. Gibbs // *J. Gen. Microbiol.* – 1981. – № 125. – P. 399-406.
2. Castellani A. G.. Factors affecting the bacteriostatic action of sodium nitrite / A. G.. Castellani., C. F. Niven // *Appl. Microbiol.* – 1955. – № 3. – P. 154-159.
3. Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности. – 3-е изд. Пер. с нем. / Э. Люк, М. Ягер – СПб : ГИОРД, 1998. – 256 с.
4. ДСТУ 4436:2005. Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 32 с.
5. Європейські вимоги до харчових добавок. Довідник. – Львів : «Леонорм», 1997. – 125 с.
6. Оносова И. Красители для мяса – кодексы, регламенты, нормативы... и реальность / И. Оносова, С. Суйков // *Мясной бизнес.* – 2011 – № 3, С. 34-40.
7. Тевелева В.В. Функционально-технологические свойства комплексных пищевых добавок на основе лактатов / В.В. Тевелева, Д.Х. Кулев // *Продукты&Ингредиенты.* – 2008. – № 9 – С. 104-105.
8. Борисенко Л.А. Пути снижения остаточного нитрита натрия в мясопродуктах методами ультразвуковой кавитации / Борисенко Л.А., Борисенко А.А., Моргунова А.В., Зорин А.В. Материалы XXXIX научно-технической конференции по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2009 год. Том первый. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – 206 с.
9. Leistner L. Welche Konsequenzen hatte ein Verbot oder eine Reduzierung des Zusatzes von Nitrat und Nitritpökelsalz zu Fleischerzeugnissen? / L. Leistner, H. Hechelmann, K. Uchida // *Aus mikrobiologischer Sicht. Fleischwirtschaft.* – 1973. – № 53. – P. 371-378.

УДК 621.565

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИХАННЯ ЯБЛУК З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІКИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЕТИЛЕНУ

Потапов С.Г., асп., Масліков М.М., канд. техн. наук
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Запропонована модель зміни концентрацій кисню, двоокису вуглецю та етилену під час дихання яблук у герметичному контейнері. Вимірювання концентрації газів проводилося на модернізованій дослідній установці. Вірогідність математичної моделі підтверджена дослідями.

We propose a concentration change model of oxygen, carbon dioxide and ethylene during apples breathing in the hermetic container. Gas concentration measurement was taken on the modernized investigation unit. Mathematical model confidence was confirmed by research.

Ключові слова: інтенсивність дихання, зберігання плодів, математичне моделювання дихання, модифіковане газове середовище.