



## LIGHT INDUSTRY AND FOOD INDUSTRY

DOI 10.51582/interconf.19-20.05.2022.036

### **Страшинський Ігор Мирославович**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів,  
Національного університету харчових технологій, Україна

### **Маринін Андрій Іванович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
завідувач Проблемної науково-дослідної лабораторії  
Національного університету харчових технологій, Україна

### **Грицай Максим Сергійович**

здобувач 1 курсу аспіратури,  
аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів  
Національного університету харчових технологій, Україна

### **Шкірдов Дмитро Максимович**

здобувач 4 курсу бакалавратури  
Навчально-наукового інституту харчових технологій  
Національного університету харчових технологій, Україна

## **ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЗАМІНИ ФОСФАТНИХ ПРЕПАРАТІВ У М'ЯСОПРОДУКТАХ**

*Анотація.* На сьогодні питання цілеспрямованого використання м'ясної сировини з урахуванням характеру автолітичних змін набуває особливого значення. Внесення до фаршевих систем харчових фосфатів в якості добавок у технології м'ясопродуктів впливає на м'язові білки. Альтернативою використання фосфатів в технології м'ясних продуктів є харчові добавки та інгредієнти з високою буферною ємністю. Зменшення частки фосфатів в рецептурах м'ясопродуктів, безумовно, позитивно вплине на медико-біологічну оцінку готових виробів, сприятиме зміні властивостей і якості готових



*продуктів в процесі зберігання*

**Ключові слова:** *технологія, якість, безпечність, м'ясна сировина, буферна ємність, м'ясопродукти.*

Розвиток технології м'ясопродуктів у багатьох випадках визначається попитом споживчого ринку, рівнем купівельної спроможності покупців, регіональними перевагами та іншими соціально-економічними факторами. З іншої сторони динамічний розвиток галузі обумовлений удосконаленням технологічного обладнання, створенням інноваційних видів продукції, новими підходами до зберігання м'ясних виробів, розвитком ринку харчових добавок та інгредієнтів, що сприяє появі широкого асортименту продуктів, які найбільш повно відповідають вимогам різних категорій споживачів. Це забезпечується внесенням у м'ясні системи різноманітних добавок, в тому числі активних стабілізаторів для підвищення функціонально-технологічних властивостей (ФТВ) сировини [1]. В даний час у харчовій промисловості використовується близько 2 тис. харчових добавок, серед яких виділяють речовини різного призначення: стабілізатори консистенції, барвники, ароматизатори, консерванти тощо.

Разом із забезпеченням конкурентоспроможності виготовленої продукції, поряд з економічними факторами, особливу актуальність набувають питання підвищення їх безпеки та екологічності, що, в свою чергу, забезпечує відповідність продукції вимогам не тільки галузевих і державних стандартів України, але і міжнародних, в тому числі регламентів Європейського Союзу

На сьогодні питання цілеспрямованого використання м'ясної сировини з урахуванням характеру автолітичних змін набуває особливого значення, оскільки суттєво зросла частка тварин, які надходять на переробку і у яких після забою в тканинах виявляються значні відхилення від нормального розвитку автолітичних процесів. Відомо, що загальноновизнаною є класифікація м'яса із виділенням сировини трьох основних груп: нормальне (NOR) і з відхиленнями від класичного перебігу автолізу, тобто з ознаками DFD (темне, жорстке, сухе) і PSE (бліде, водяне, м'яке), які відрізняються від нормального

– біохімічними, фізико-хімічними та органолептичними властивостями [1]. Дані про кількість м'ясної сировини з нетрадиційними властивостями PSE (бліде, водяне, м'яке) і DFD – неоднозначні. В окремих регіонах кількість яловичини DFD складає – 28-35 %, свинини PSE – 40-45 %, в країнах Європи, США, Канаді і Австралії цей показник сягає 50 % [2].

Розбіжності в характері автолізу між NOR, PSE і DFD м'ясом зумовлює специфічність їх органолептичних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних і структурно-механічних характеристик, що визначає спрямоване використання м'яса з ознаками NOR, PSE і DFD при виробництві м'ясних продуктів та напівфабрикатів [3].

Внесення до фаршевих систем харчових фосфатів в якості добавок у технології м'ясопродуктів впливає на м'язові білки. Фосфатні солі і їх суміші використовують з метою підвищення вологозв'язувальної здатності (ВЗЗ) та емульгуючої здатності (ЕЗ) м'яса, стабілізації рН фаршу, збільшення виходу і покращання консистенції готової продукції. Разом з цим фосфатні препарати позитивно впливають на стійкість кольору, окиснювальні процеси у м'ясопродуктах, а також сприяють зменшенню зростання мікрофлори.

Для виробництва м'ясопродуктів використовують натрієві і частково калієві солі ортофосфорної ( $H_3PO_4$ ), пірофосфорної ( $H_4P_2O_7$ ), триполіфосфорної ( $H_5P_3O_{10}$ ) і гексаметафосфорної ( $(HPO_3)_6$ ) кислот. Вони відрізняються між собою ступенем впливу на білки і жири м'язової тканини, яку зумовлює головним чином величина рН їх 1%-го розчину. Кислі солі знижують ВЗЗ м'ясного фаршу, нейтральні характеризуються низькою активністю, а лужні сприяють зміщенню рН середовища в лужний бік, надаючи при цьому продукту неприємний смак. Оскільки використання однієї сполуки не забезпечує бажаний результат, перевагу надають використанню сумішей кислих, нейтральних і лужних фосфатів, які підвищують і стабілізують ВЗЗ м'яса, не збільшують рН готового продукту вище 6,5 і не змінюють його органолептичних властивостей.

За оцінками науковців, фосфатні добавки певного складу позитивно впливають на властивості м'яса з ознаками PSE і DFD. Так Хонікель О.К.

стверджує, що особливості структури ексудативного м'яса підвищують здатність взаємодії м'язових білків з фосфатними препаратами [4].

Розроблений комплекс фосфатів, що містить триполіфосфат, пірофосфат та ортофосфат, є аналогом імпортованих сумішей і ефективний при переробці сировини з відхиленнями від класичного розвитку атолітичних процесів. Використання розробленої суміші фосфатів для переробки PSE сировини підвищує ВЗЗ м'язових білків і стійкість фаршевої емульсії. Для фаршів з DFD м'ясної сировини препарат підвищує здатність зв'язувати додаткову внесену вологу [5].

Збільшення в рецептурах кількості внесення деяких досліджених фосфатних добавок до 0,45 % - 0,60 % дозволяє отримати фаршеві системи з м'яса PSE, що відповідають функціональним властивостям контрольного зразка з NOR м'ясної сировини, що містить 0,3 % фосфатів. Для підвищення рівня вологозв'язувальної здатності посол м'яса яловичини PSE доцільно проводити в присутності пірофосфатів [5].

Згідно думки інших авторів, регулювання властивостей ексудативної м'язової тканини за рахунок внесення фосфатів не має достатніх підстав. Використання фосфатів у продуктах із PSE м'яса сприяє зміщенню величини рН та іонної сили, однак не в змозі відновити пошкодження білкових макромолекул і, відповідно, суттєво впливати на функціональні властивості ексудативної сировини [7].

Тому поряд з питаннями безпеки немає єдиної думки щодо ефективності та цільового використання фосфатів для покращення ВЗЗ м'ясної сировини з відхиленнями від класичного перебігу післязабійних автолітичних процесів.

Використання фосфатних препаратів, як хімічної речовини, що додається у продукт харчування, може бути токсичним, через що питання, пов'язані з регламентом і безпекою їх використання, неодноразово піднімають вчені багатьох країн світу. Структурні особливості фосфатів характеризують здатність поліфосфатів до гідролізу і відіграють важливу роль при виборі фосфатного препарату з точки зору фізіологічної безпеки їх використання.

Важливою умовою безпеки готового продукту, що містить добавки, є

дотримання допустимої добової норми їх споживання. Для фосфатів вона становить від 1 до 6 г фосфору (у перерахунку на  $P_2O_5$ ). Слід зазначити, що згідно нових міжнародних рекомендацій на добавки у харчові продукти добова допустима доза для фосфору становить 4 г в перерахунку на  $P_2O_5$  [8].

Серед харчових фосфатів найбільш безпечними є ортофосфати, оскільки їх іони всмоктуються у травному тракті і потім синтезуються в органічний фосфат. Поліфосфати легко гідролізуються до ортофосфатів, вони не всмоктуються організмом, а засвоюються у формі ортофосфатів, які утворюються в процесі гідролізу, що починається ще у сирому м'ясному фарші, продовжується при термообробленні і закінчується під дією мікроорганізмів кишечника. До 50% полімерних фосфатів розщеплюються у кишечнику до ортофосфатів, а негідролізовані поліфосфати виводяться із організму.

Пізніше ці висновки підтвердили дані інших вчених, які вивчали гідроліз фосфатів у сирих фаршах і після термооброблення [9].

У США і ряді країн Європи допустимі норми використання фосфатних сумішей становлять від 0,3% до 0,5% із розрахунку до загальної кількості несоленого м'яса. Верхня межа внесення фосфатів до м'ясних систем в Україні визначається в установленому порядку технологічними інструкціями згідно гігієнічних норм і не може перевищувати 0,4% до м'ясної сировини у перерахунку на  $P_2O_5$ .

Негативний вплив поліфосфатів на організм людини, який проявляється у відкладенні фосфатних солей переважно в нирках, може виникнути у разі значного перевищення його допустимих норм. З точки зору впливу на організм людини, фосфати можуть бути причиною відхилень кальцій-фосфорного балансу, що негативно впливає на здоров'я людини. У зв'язку з цим фосфатні добавки не рекомендовані та/або заборонені для використання для виробництва продуктів харчування деяких груп споживачів – дітей, підлітків, людей похилого віку.

В зв'язку з цим в останні роки проводять дослідження в напрямку розробки технології м'ясних продуктів з використанням інгредієнтів,

харчових добавок, що проявляють схожі функціональні властивості та забезпечують готові продукти необхідними характеристиками. Такі продукти максимально відповідають вимогам безпеки і користуються підвищеним споживчим попитом. Тому пошук альтернативи фосфатним препаратам в технології переробки м'ясної сировини з відхиленнями від нормального розвитку автолітичних процесів має наукову і практичну цінність.

Альтернативою використання фосфатів в технології м'ясних продуктів є харчові добавки та інгредієнти з високою буферною ємністю, зокрема цитратно-карбонатні комплекси. В роботі [10] авторами доведено, що внесення цитратно-карбонатних комплексів до м'ясних систем підвищує функціональні властивості м'яса, зокрема PSE сировини. Використання даного комплексу дозволяє регулювати буферну ємність м'ясної системи. Це сприяє зміщенню величин рН сировини з 5,3 до 6,3 у соленому м'ясі, тоді як у контрольному зразку збільшення рН під час посолу м'яса не перевищує 0,5 одиниць. В результаті втрати маси при термообробленні копчено-варених продуктів з PSE свинини знижуються, а вихід продуктів збільшується на 7,2 %.

Включення до рецептури харчових волокон рослинного походження при використанні ексудативної м'ясної сировини дозволяє зменшити витрати фосфатів. Клітковина «Протоцель», декларований виробник «Dezhou» (КНР), як білково-полісахаридний комплекс, містить близько 20 % білка, який природним чином міститься в структурі клітини. На відміну від безбілкових клітин, «Протоцель» не тільки поглинає вологу, але і зв'язує її, що відкриває можливості для виробництва продуктів з пониженим вмістом фосфатів [11].

Проведені дослідження технології м'ясопродуктів з використанням дисахариду трегалози виробництва компанії «Hayashibara Company Ltd» (Японія). За даними компанії, трегалоза – натуральний дисахарид, що складається з двох молекул глюкози, з'єднаних по лініях  $\alpha, \alpha$ -1,1 глікозидного зв'язку, отриманий ферментним розщепленням крохмалю [12]. Трегалоза має широкий спектр функціональних властивостей, в тому числі є ефективним антиоксидантом, що запобігає окисним і гідролітичним змінам жирової

частини продуктів та деградації білків м'язової тканини при інтенсивних технологічних впливах – нагріванні, у тому числі стерилізації та запіканні, при заморожуванні та тривалому зберіганні; може бути використана замість фосфатів під час виробництва м'ясних продуктів.

Авторами [13] доведено, що виготовлені варені ковбаси з 2 % трегалози взамін фосфатів практично повністю відповідають контрольним зразкам, що містять 0,3 % фосфатів за показниками напруги зрізу, активності води, органолептичних характеристик і втрат маси при термообробці. Автори повідомляють також про позитивний вплив трегалози на властивості каппа-карагінанів і гелів соєвого білка. Внесення 1,5 % трегалози у складі гелів карагінанів сприяє збільшенню межі напруги зсуву на 18,5 % порівняно зі зразками гелів без дисахариду. В присутності 0,3; 0,6 і 1,0 % фосфатів і 1,5% трегалози в складі гелів каррагінана той же показник змінюється відповідно на 19,4; 28,9 і 34,2 %, що свідчить про негативний вплив трегалози на характеристики міцності гелів, що містять фосфатні солі. Виявлено позитивний вплив дисахариду на формування кольору готових продуктів у зразках варених ковбас, виготовлених з додаванням 2 % трегалози замість фосфатів.

Згідно досліджень структурно-механічних характеристик, показники напруги зрізу ковбас, що містять 0,3 % фосфатів і 2 % дисахариду, практично однакові. Сумісне використання трегалози і фосфатів призводить до зменшення значень показника напруги зрізу. Встановлено, що додавання трегалози до подрібненого м'яса в кількості від 1 % до 6 % не призводить до істотних змін активності води ( $a_w$ ). Разом з цим внесення досліджуваної кількості трегалози помітно впливають на криоскопічну точку, знижуючи її значення до мінус 3,3° С, що на 2 °С нижче, ніж для м'ясної сировини без використання трегалози [14].

Препарат «Амідин» виробництва Varentz (Нідерланди), представляє собою комплекс амінокислот та характеризується високою буферною ємністю і здатністю підвищувати рН м'ясних фаршів, не руйнуючи актоміозиновий комплекс м'язової тканини. «Амідин» – висококонцентрований рідкий

продукт, норма використання якого не перевищує 1 %. Він легко розчиняється у воді і може бути внесений у м'ясну систему при технологічних процесах як ін'єктування, так і масування. Як стверджують фахівці компанії «Партнер-М», препарат в кілька разів ефективніше впливає на м'ясну сировину ніж харчові фосфатні препарати [15]. Це принципово новий продукт, використання якого дає можливість зменшити вміст фосфатів у м'ясопродуктах. Фосфати доцільно обмежено використовувати в м'ясній промисловості для продуктів, в яких потрібно зберігати первинну структуру волокон (вироби з соленого м'яса, дрібношмакові напівфабрикати і т. д.). В цьому випадку фосфати надають готовим виробам желеподібний зовнішній вигляд, який проявляється при нарізанні, знижуючи їх органолептичні характеристики. Крім того розчинені протеїни виділяються на поверхні виробів з соленого м'яса у вигляді «піноутворювачів», що погіршує зовнішній вигляд готової продукції.

Завдяки високій буферній ємності «Амідин» позитивно впливає на процеси кольороутворення і стабілізує колір готових виробів. Це обумовлено зростанням рН м'яса до 6,0-6,15 завдяки впливу «Амідину». Цього збільшення достатньо, щоб частково повернути ферменту активність, що дозволяє підвищити стійкість кольору при тривалішого зберіганні м'ясопродуктів.

Основою препарату «Амідин» є природна амінокислота, яка міститься в багатьох натуральних білках, синтетична форма якої використовується як харчова добавка E-640. Сполука також відома під назвою аміноетанова кислота, глікокол.

Гліцин міститься у складі молекул білка набагато частіше інших амінокислот і виконує важливі біологічні функції. Організм здорової людини самостійно синтезує амінокислоти в необхідних кількостях. Джерелом амінооцтової кислоти є продукти тваринного походження (наприклад, яловича печінка), горіхи і деякі фрукти. В складі харчової добавки E 640 гліцин і його солі при споживанні в межах норми не мають шкідливого впливу на організм людини [16].

Зменшення частки фосфатів в рецептурах м'ясопродуктів, безумовно, позитивно вплине на медико-біологічну оцінку готових виробів, сприятиме



зміні властивостей і якості готових продуктів в процесі зберігання, в тому числі знизить швидкість окислювальних процесів у м'ясопродуктах. Проведені в цьому напрямку дослідження свідчать про можливість виробництва м'ясних продуктів без або з пониженим вмістом фосфатів.

#### Список джерел:

1. Ремізова Ю.О. Вади м'яса свинини за дії прижиттєвого технологічного температурного стресу. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2016; 4.
2. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г., Флока Л.В. Товарознавчі аспекти м'яса свинини. Збірник наукових праць Подільського державного аграрного університету. 2012;20:20-3.
3. Страшинський І.М, Пасічний ВМ, Фурсік ОП. Вплив технології забою на формування функціональних показників м'яса. Харчова промисловість. 2020;27:60-8. DOI: 10.24263/2225-2916-2020-27-9).
4. Honikel, K.O. Biochemie, Biophysik und Analytik des Fleisches [Text] / K.O. Honikel // J. Fleischwirtschaft.- 1989. - № 9. – P. 217-221.
5. І.М. Страшинський Вплив експериментальних фосфатних сумішей на модельні м'ясні фарші [Текст] / І.М. Страшинський, Г.І. Гончаров // Наукові праці НУХТ, Київ: НУХТ, №15, 2004. – С. 40-42.
6. Жаринов, А.И. Сравнительная оценка синерезиса коммерческих функциональных препаратов [Текст] / А.И. Жаринов, Е.В. Большова, Е.А. Комелина // Мясная индустрия. – 2009. - № 9. – с 14-16.
7. Woelfel, R.L. Marination performance of pale broiler breast meat [Text] / R.L. Woelfel, A.R. Sams // J.Poultry Sci. - 2001. – vol.80. – P.1519-1522., 198.
8. Pietrzik Klaus, Hades Monika. Neue internationale Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr // Gordian. – 1999. – 99, V.6. – P.91-94.
9. Bianchi E., Cantoni A., Ippoliti M. L., Zanoni I. Degradazione del tripolifosfato a matrice carnea // Ind. Alim. – 1999. – 31, V.309. – P.1003-1010.
10. Шатунов, Д.С. Использование мясного сырья с пороком PSE [Текст]/ Д.С. Шатунов, А.А. Почукаев [Текст] // Мясная индустрия. – 2008. -№ 9. – С.11.
11. Булычев, И.Н. Применение клетчатки «Протоцель» при производстве мясных продуктов [Текст] / И.Н. Булычев, А.И. Мезенцев // Мясная индустрия. – 2010 - № 2. – С. 34-36.
12. Спецификация на трегалозу [Электронный ресурс] // Сайт «Пищепромсырье». – М. Режим доступа: ppsfood@gmail.com.

13. Семенова, А.А. Применение трегалозы при производстве вареных колбасных изделий [Текст] / А.А. Семенова, В.В. Насонова, Е.К. Туниева, Ф.В.Холодов // Мясная индустрия. – 2010. - № 11. – С. 17-19.
14. Насонова, В.В. Перспективы применения трегалозы для производства мясных продуктов [Текст] / В.В. Насонова, Е.К. Туниева, Ф.В. Холодов // Все о мясе. – 2011. - № 2. – С. 8-9.
15. Булычев, И.Н. Пищевые ингредиенты для использования мясного сырья с признаками PSE и DFD [Текст] / И.Н. Булычев // Мясная индустрия. – 2010. – № 11. – С. 52-53.
16. I.M. Strasynskiy, A.I. Marynin, M. S. Hrytsai, I.A Polishchuk. Use of glycine in food products Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції: Програма та тези матеріалів ІХ-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 09-10 листопада 2021 р., м. Київ.– К.: НУХТ, 2021, 326-327. р. – 328 с.