

REFERENCES

1. El Qassim L, Le Guillou S, Royo LJ. Variation of miRNA Content in Cow Raw Milk Depending on the Dairy Production System. *Int J Mol Sci.* 2022. Oct. 2; 23 (19) :11681. doi:10.3390/ijms231911681. PMID: 36232984; PMCID: PMC9569736.
2. Schwendel BH, Wester TJ, Morel PC, Tavendale MH, Deadman C, Shadbolt NM, Otter DE. Invited review: organic and conventionally produced milk—an evaluation of factors influencing milk composition. *J Dairy Sci.* 2015. Feb.;98.(2):721-46. doi:10.3168/jds.2014-8389. Epub 2014 Dec 12. PMID: 25497795.
3. Dror DK, Allen LH. Dairy product intake in children and adolescents in developed countries: trends, nutritional contribution, and a review of association with health outcomes. *Nutr Rev.* 2014. Feb;72 (2):68-81. doi:10.1111/nure.12078. Epub 2013 Dec 13. PMID: 24330063.
4. O’Neil, C.E.; Nicklas, T.A.; Fulgoni, V.L., III. Food Sources of Energy and Nutrients of Public Health Concern and Nutrients to Limit with a Focus on Milk and other Dairy Foods in Children 2 to 18 Years of Age: National Health and Nutrition Examination Survey, 2011–2014. *Nutrients.* 2018. 10. 1050. doi.org/10.3390/nu10081050.
5. Ferreiro T, Gayoso L, Rodríguez-Otero JL. Milk phospholipids: Organic milk and milk rich in conjugated linoleic acid compared with conventional milk. *J Dairy Sci.* 2015 Jan; 98(1):9-14. doi:10.3168/jds.2014-8244. Epub 2014 Nov 14. PMID: 25465571.
6. Javier Fontecha, Maria Visitación Calvo, Manuela Juarez, Angel Gil, Vicente Martínez-Vizcaino, Milk and Dairy Product Consumption and Cardiovascular Diseases: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Advances in Nutrition.* May 2019. Volume 10. Issue suppl_2, Pages S164–S189. doi.org/10.1093/advances/nmy099.
7. Hendrich S. Chapter 17 Phytoestrogens and phytosterols In endocrine disrupting chemicals in food. I Shaw Edt. Elsevier, Woodhead Publishing Series in Food Science. Technology and Nutrition. 2009. pp 437–458. doi.org/10.1533/9781845695743.4.437.
8. Oliveira Godoy Ilha, A.; Sutti Nunes, V.; Silva Afonso, M.; Regina Nakandakare, E.; da Silva Ferreira, G.; de Paula Assis Bombo, R.; Rodrigues Giorgi, R.; Marcondes Machado, R.; Carlos Rocha Quintão, E.; Lottenberg, A.M. Phytosterols Supplementation Reduces Endothelin-1 Plasma Concentration in Moderately Hypercholesterolemic Individuals Independently of Their Cholesterol-Lowering Properties. *Nutrients.* 2020. 12, 1507. doi.org/10.3390/nu12051507.
9. Davies RW, Carson BP, Jakeman PM. The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2018. 10 (2): 221. doi.org/10.3390/nu10020221.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ КОПЧЕННЯ НА БЕЗПЕЧНІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТВАРИННИЦТВА ТА РИБНИЦТВА

В. О. Попова

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри технології переробки
та якості продукції тваринництва; victory0647@ukr.net
Державний біотехнологічний університет

Виробництво та переробка продуктів тваринництва та рибицтва відграє суттєву роль у стабільності економіки будь-якої країни. Звісно, такі процеси повинні здійснюватися з врахуванням вимог щодо зниження споживання енергії, мінімальної кількості відходів та заборони до використання шкідливих для здоров'я людини речовин. Більшість продуктів харчування отримують піддавши вихідну сировину певним термічним процесам, що надають продуктам властивостей, які роблять їх смачними та не шкідливими для вживання:

підвищується засвоєння поживних речовин, покращуються фізико-хімічні властивості, текстура та консистенція, уповільнюються процеси псування продуктів завдяки зниженню вмісту вологи та пригнічення розвитку мікроорганізмів. Термічна обробка дуже позитивно впливає на органолептичні показники, такі як аромат, смак та зовнішній вигляд. Існує декілька основних способів термічної обробки і їх слід проводити чітко дотримуючись методології процесу. До основних способів термічної обробки можна віднести: варіння, бланшування, смаження, запікання, тушкування, обробка на грилі, сушіння і різні види копчення [1, 2]. В рамках дослідження було проаналізовано процес копчення, який передбачає зниження вологи у продукті завдяки її витісненню з сировини та одночасному насиченні продукту ароматом. Унаслідок такої обробки знижується активність ферментів та води, що позитивно впливає на пригнічення діяльності мікроорганізмів [3].

Під час копчення підвищується температура продукту, а хімічні сполуки, такі як похідні фенолів, органічні кислоти та карбонільні сполуки, що містяться у димі, вступають у реакцію з усіма складниками продуктів, надаючи їм ароматичні та смакові властивості, приємний колір та структуру. Однак, незважаючи на певний позитивний вплив копчення на продукти, існує і ризик забруднення харчових продуктів канцерогенними та токсичними речовинами. До найбільш частих забруднювачів відносять поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), циклічні аміни та формальдегід. Через шкідливість цих компонентів слід звести до мінімуму їх потрапляння до продукту. Вважається за необхідне встановити оптимальний температурний режим для кожного виду продукту та використовувати копильне обладнання з контрольованим рівнем задимлення [4, 5]. В багатьох країнах світу та Європейському Союзі встановлені норми максимального вмісту ПАВ в копчених продуктах. Однак слід зазначити, що в Євросоюзі є норми максимального вмісту деяких ПАВ в м'ясних та рибних продуктах (наприклад, Регламент Комісії (ЄС) № 2023/915 від 25 квітня 2023 р., Регламент Комісії (ЄС) № 1321/2013 від 25 квітня 2023 р. 10 грудня 2013 р. Регламент Комісії (ЄС) № 835/91 серпня 2011 р. та Регламент Європейського парламенту та Ради (ЄС) № 2065/2003 від 10 листопада 2003 р.) і стосується це в більшості бензоапірену (БаП). Водночас, норм стосовно вмісту ПАВ у копчених сирах не існує. В більшості нормативних актів максимальний вміст БаП не може бути вищим за показник 5,0 мкг/кг, а загальна кількість бензоапірену (БаП), бензаантрацену (БаА), бензофлуорантену (БФ) та Хризен (ХР) не може перевищувати 30,0 мкг/кг [6–9].

Задля безпечності технології копчення виникає необхідність не лише контролю якості кінцевого продукту, а і розуміння щодо здатності окремих продуктів адсорбувати шкідливі компоненти під час різних технологічних операцій. В більшості випадків процес копчення аналізується з точки зору кількості ПАВ, однак такі питання як вміст фенолів, органічних кислот, кетонів та інших летючих складників диму та їх вплив вивчено недостатньо. В рамках дослідження було проаналізовано найбільш розповсюджені технології копчення та їх вплив на найбільш популярні копчені продукти.

Основними ефектами копчення є більш тривале зберігання продуктів та надання їм специфічних органолептичних характеристик. Звісно, інтенсивність впливу компонентів диму залежить від виду деревини та інтенсивності диму. Саме порода деревини визначає кольорові, ароматичні та смакові характеристики, а так звана «поверхнева скоринка» є результатом реакції складників диму та білків продукту в залежності від технології копчення.

Холодне копчення за температури 15–25 °С та вологості 95 % довготривалий процес (1–15 діб) який призводить до значної втрати ваги та найменш енерговитратний та маловідходний процес. Копчення теплим димом (25–50 °С при вологості 80 %) займає від 4 годин до 2 діб. Під час обробки, у продукті підсихає зовнішній шар, а в середині зберігаються характеристики натурального продукту. Цей процес також вважається низькоенергетичним та таким, що не призводить до інтенсивного накопичення продуктом шкідливих речовин. Копчення за більш високої температури (50–85 °С) складається з процесів сушіння, правильного копчення та поверхневого обжарювання одночасно. Спочатку, за температури 50–55 °С протягом декількох десятків хвилин методом сушіння видаляється волога з поверхні продукту, потім додається дим температурою 45–60 °С, і протягом 100 хв продукт коптиться і одночасно утворюється темний, більш щільний поверхневий шар продукту. На останньому етапі гаряче середовище (60–85 °С) розігріває поверхневий шар, утворюючи щільну скоринку, тим самим ізолюючи центр продукту від доступу повітря. Таке копчення не викликає великої втрати маси продукту і проходить доволі швидко, але є доволі енергоємним процесом і сприяє поглинанню більшої кількості шкідливих речовин. Копчення з використанням часткового обжарювання приходить аналогічно попередній технології, але на першому етапі дим використовують протягом перших 20–40 хв за температурою не нижче 60 °С, потім шари продукту прогрівають до температури більше 85 °С, що призводить до часткового обжарювання. При застосуванні такої технології проходить значне плавлення жиру та випаровування вологи, що значно знижує вихід продукту порівняно з іншими способами. Це спосіб найбільш матеріально- та енерговитратний, а також за такого копчення до продукту потрапляє найбільша кількість шкідливих речовин. Окрім традиційного використання диму, останнім часом широкого розповсюдження набуло так зване «хімічне» копчення. Це процес використання екстракту диму, що утворився в результаті піролізу деревини з подальшою концентрацією газів, їх фракціонування, очищення від сажі та інших шкідливих компонентів. Таке копчення надає продуктам димного аромату, без використання традиційного копчення, знижує собівартість та прискорює процес. Продукти занурюють у препарат певної концентрації або розпилюють на них розчин. Такий спосіб виключає присутність у готовому продукті більшості шкідливих речовин.

Звісно, перед копченням продукти проходять певні етапи підготовки, або в процесі їх виготовлення враховується фактор майбутнього коптіння. До продуктів можуть застосовувати різні компоненти у вигляді сухих чи вологих сумішей, що покращують смак продукту, закріплюють колір та сповільняють процеси окислення. Концентрації та різновиди компонентів підбирають в залежності від виду продукту та кінцевих властивостей готового виробу.

У залежності від способу копчення та виду продукту підбирають обладнання, щоб у процесі виготовлення вдалося досягнути саме бажаних органолептичних характеристик. Найважливішим фактором є контроль щільності диму з одночасною здатністю підтримувати постійну температуру. Для холодного копчення потрібна система охолодження газів, а для високотемпературного копчення навпаки, важливим є рівномірний потік копильних газів однакової температури, бо через різницю температури диму та сировини дим може конденсуватися та утворити так звані «мертві» зони в середині копильні, а це в свою чергу призведе до нерівномірного копчення.

Для копчення використовують деревину твердих листяних порід дерев у вигляді щепи або стружки. По мірі підвищення щільності деревини збільшується і ефективність виробництва компонентів диму. Хвойні дерева не придатні для копчення через вміст смол, які виділяють канцерогенні речовини. Листяні породи дерев мають краще співвідношення геміцелюлози по відношенню до інших компонентів, що дає кращий результат копчення. Вологість деревини не повинна бути більшою за 20 %, а наявність гниття чи грибків не дозволяється. Найбільш розповсюджені породи – вільха, бук, ясень, клен, акація, дуб та фруктові дерева. Встановлено, що на органолептику та фізико-хімічні властивості продукту порода дерев також має суттєвий вплив.

На специфіку копчення має вплив і вид обраного для копчення продукту. Риба та м'ясопродукти підлягають високо- та низькотемпературному копченню. Так, під час копчення риби дим повинен мати низьку вологість та не містити смол. Параметри копчення підбирають в залежності від виду, ваги та жирності риби. Так жирніша риба поглинає більше димових сполук, тому її аромат буде більш насичений ніж у нежирної, яка під час копчення легко пересушується. Для м'ясних продуктів вибір технології полягає у бажаних смакових якостях та довговічності зберігання продукту. Для тривалого зберігання (сирокопчені вироби) використовують холодне копчення, а для продуктів, що швидко псуються більш підходить копчення гарячими способами, де поверхня підсихає та стає твердою. Під час копчення сиру, його необхідно відповідним чином підготувати з врахуванням часу його зберігання та бажаного смаку. Жирні сири коптять холодним, рідше теплим димом. Нежирні, сухі та невеликі за розміром сири можна коптити гарячими способом чи з частковим запіканням, однак копчення сирів займає найменше часу в порівнянні з іншими продуктами.

Зважаючи навіть на жорстке дотримання технології, копчення не має можливості повністю виключити потрапляння ПАВ у продукт, більш того саме ці компоненти і надають виробам бажаних органолептичних характеристик. На практиці дуже важко підтримувати навіть дозволений законодавством вміст ПАВ, особливо у більш жирних продуктах і це підтверджується багатьма дослідженнями.

Отже, процес копчення надає продуктам особливі органолептичні відтінки, і в той же час він повинен проводитись таким чином, щоб максимально знизити потрапляння шкідливих речовин з димової суміші до продукту. Окрім того, дуже важливим є зниження енергетичних витрат на сам процес копчення. Не менш значущим є забезпечення зменшення кількості забруднювачів, які потрапляють до оточуючого середовища через копчення. Традиційні методи копчення будь-яких продуктів збільшують в них кількість речовин, які негативно впливають на здоров'я людини. Холодне копчення найбільш «чистий» процес і при його застосуванні у продуктах накопичується найменше ПАВ в порівнянні з іншими методами, однак він самий працездатний. В той же час, для покращення та збереження органолептичних характеристик сировини, зменшення витрат праці на проведення копчення більш рекомендованим є гаряче копчення, яке в свою чергу суттєво збільшує присутність у продукті шкідливих для здоров'я людини речовин. Отже, вибір способу отримання диму залежить від максимального зниження температури димоутворення за рахунок зниження тиску у камерах, використання газів, які підтримують копчення та використання пресованої тирси чи щепи димоутворюючої сировини. Важливим елементом є правильна попередня підготовка сировини до копчення. Одним з важливих факторів є зниження у маринаді кількості речовин багатих жирами, чи зрізання надлишків жиру з продукту. Вибір «правильної» деревини також запорука зниження вмісту у продукті шкідливих речовин.

Окрім того, здатність адсорбувати компоненти диму безпосередньо залежить від фізичних властивостей вихідної сировини (вологість, жирність, структура та ін.) і навіть при абсолютно однакових умовах копчення продукти різних партій можуть містити різну кількість ПАВ. Тобто подальший розвиток та дослідження технології копчення не повинні зупинятися.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bhat Z. F., Morton J. D., Bekhit A. E., Kumar S., Bhat H. F. Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2021. № 20. P. 4511–4548.
2. Singh L., Varshney J. G., Agarwal T. Polycyclic Aromatic hydrocarbons' formation and occurrence in processed food. *Food Chem.* 2016. № 199. P. 768–781.
3. Racovita R. C., Secuianu C., Ciuca M. D., Israel-Roming F. Effects of smoking temperature, smoking time, and type of wood sawdust on polycyclic aromatic hydrocarbon accumulation levels in directly smoked pork sausages. *J. Agric. Food Chem.* 2020. 68: 9530–9536.
4. Onopiuk A., Kołodziejczak K., Szpicer A., Wojtasik-Kalinowska I., Wierzbička A., Półtorak A. Analysis of factors that influence the PAH profile and amount in meat products subjected to thermal processing. *Trends Food Sci. Technol.* 2021. 115: 366–379.
5. Arvanitoyannis I. S., Kotsanopoulos K. V. Smoking of fish and seafood: History, methods and effects on physical, nutritional and microbiological properties. *Food Bioprocess. Technol.* 2012. 5: 831–853.
6. European Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on Maximum Levels for Certain Contaminants in Food. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj> (accessed on 15 November 2023).
7. European Commission Regulation (EU) 1321/2013 of 10 December 2013 on Establishing the Union List of Authorized Smoke Flavoring Primary Products for Use as such in or on Foods and/or for the Production of Derived Smoke Flavorings. Available online: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2013/1321/oj (accessed on 15 November 2023).
8. European Commission Regulation (EU) 835/2011 of 19 August 2011 Amending Regulation (EC) No 1881/2006 as Regards Maximum Levels for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Foodstuffs. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/835/oj> (accessed on 15 November 2023).
9. European Parliament Regulation and of the Council (EC) No 2065/2003 of 10 November 2003 on Smoke Flavorings Used or Intended for Use in or on Foods. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2065/2021-03-27> (accessed on 15 November 2023).