

Зберігання та переробка продукції

УДК 637.5.035
© 2010

Н.Ф. Усатенко,
кандидат
технічних наук

Т.А. Свириденко,
молодший науковий
співробітник

*Технологічний інститут
молока і м'яса УААН*

О.М. Скарбовійчук,
кандидат
технічних наук

*Національний університет
харчових технологій*

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКТІВ ІЗ М'ЯСА ПТИЦІ

За планом повного факторного експерименту (ПФЕ) типу 2² досліджено вплив вакууму і кількості солі в інгредієнтній суміші для соління суцільном'язових сиров'ялених або сирокоччених продуктів із м'яса птиці на технологічні процеси їх виготовлення. Визначено емпіричні залежності для обчислення сумісного впливу цих факторів на активність води, вміст вологи і солі у продукті.

Дослідженнями ТІММ [2, 7] та зарубіжними вченими [5, 8, 10] доведено, що із м'яса птиці можна виробляти делікатесні сиров'ялені та сирокоччені суцільном'язові продукти. Це сирі продукти, які не піддають високій температурній обробці, тому їх виробництво вимагає підвищеної уваги. Ця група продуктів має складну і тривалу технологію виготовлення, а їхню безпечність та якість забезпечують солінням, копченням, сушінням.

Соління є початковим й одним із найважливіших етапів, що упереджує розвиток небажаної мікрофлори та завдяки якому досягають необхідних технологічних властивостей готового продукту.

Нині актуальним є застосування соління сировини в умовах активних механічних та фізичних чинників [1, 4, 9]. Використання сучасних технологій дає можливість швидко та рівномірно розподілити солінільні інгредієнти по всьому об'єму сировини і, як наслідок, скоротити тривалість цього процесу, що є доцільним при виготовленні сиров'ялених та сирокоччених суцільном'язових продуктів.

Мета роботи — провести експериментальні дослідження сумісного впливу вакууму та солі під час соління сировини в технології виробництва делікатесних сиров'ялених та сирокоччених суцільном'язових продуктів із м'яса птиці на основі фізико-хімічних показників, які визнача-

ють якість цих продуктів та математичне узагальнення одержаних результатів.

Об'єкт досліджень — м'ясна сировина з філе курчат-бройлерів та індиків у процесі соління.

Методи та методики досліджень. Фізико-хімічні показники м'яса птиці визначали за стандартними методиками, викладеними в ГОСТ, ДСТУ ISO: масову частку солі — за методом Мора [10]; масову частку вологи — за ГОСТ 9793—74 та ДСТУ ISO 1442; рівень рН зразків м'яса вимірювали іонівимірювачем лабораторним марки І-160М; значення показника активності води a_w — за ДСТУ ISO 21807:2007 «Мікробіологія продуктів і тваринних кормів — визначення активності води» вимірювали портативним швидкісним приладом моделі AquaLab серії ЗТЕ (США); математичну обробку результатів досліджень виконували за методами теорії математичного планування експериментів з використанням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

Результати досліджень. Законодавчими документами багатьох країн світу для визначення придатності продуктів до вживання та термінів їх зберігання найважливішими обрано такі показники: активність води (a_w), вологовміст (W , %), рівень реакції (рН).

Перед фахівцями ТІММ УААН було поставлено завдання вивчити вплив різних факторів

1. Фактори та їхні рівні

Інтервал варіювання і рівні факторів	Кількість солі в інгредієнтній суміші, %	Глибина вакууму в робочому об'ємі масажера, МПа
Нульовий рівень $x_1=0$	5	0,04
Інтервал варіювання d_1	3	0,03
Нижній рівень $x_1=-1$	2	0,01
Верхній рівень $x_1=+1$	8	0,07
Кодове позначення	x_1	x_2

(бар'єрів), які сприяють прискоренню процесів виробництва делікатесних сиров'ялених та сирокочених суцільном'язових продуктів із м'яса птиці і підвищенню їх якості.

Досліджували бар'єрну роль повареної солі (NaCl) у технологічному процесі виробництва делікатесних суцільном'язових продуктів із м'яса птиці, в результаті чого встановлено закономірність впливу солі в інгредієнтній суміші для соління м'ясної сировини на активність води (a_w), вологовміст (W, %), рівень реакції (pH) у продукті та виведено розрахункові формули для їх кількісного визначення [7].

М'ясо птиці є колоїдно-пористим тілом і має напівпроникні перегородки, крізь які і відбуваються в основному дифузійні переміщення речовин. Відомо, що швидкість соління м'яса визначається кількістю солі, що використовують, структурою сировини, температурою соління та впливу вакууму, ультразвуку, розморожування, масування тощо.

Прискорення процесу соління має за мету не тільки скоротити весь технологічний процес, а й, завдяки різкому підвищенню масової частки солі в м'ясі, запобігти розвитку спонтанної мікрофлори.

Для прискорення процесу соління всіх видів м'яса (крім м'яса птиці) частіше застосовують метод шприцювання, оснований на примусовому введенні розсолу в товщу м'язової тканини. Однак застосування навіть тонких голок з діаметром близько 2 мм погіршує якість продуктів, залишаючи в м'ясі птиці точкові сліди, а іноді й розриви м'язової тканини.

Аналіз публікацій [4, 6, 9] показав, що соління сировини під вакуумом при виробництві солоних м'ясопродуктів не лише скорочує тривалість цього процесу у кілька разів, а й покращує якісні показники готового продукту (колір, смак, консистенція, аромат) за рахунок виключення контакту кисню повітря з сировиною та знижує бактеріальне та механічне забруднення продукту. Тому наступним етапом роботи з інтенсифікації процесу соління, а загалом і всієї технології, обрано дослідження впливу вакууму на процеси технології, що розробляється.

Процес соління проводили в експериментальному зразку вакуумного масажера Я5-ФМГ-250 в ручному режимі перемішування із застосуванням тільки вакууму — без тендери-

зації, тумблювання та масування. На цифровому індикаторі вакуумного масажера програмно встановлювали потрібні рівні залишкового тиску в робочій камері відповідно до вибраних у плані експерименту.

Тривалість процесу соління сировини визначали часом насичення м'язової тканини сіллю, масова частка якої в соленій сировині повинна була бути в межах від 2,6 до 3,1%, щоб у готовому продукті масова частка солі не перевищувала 7%, що характерно для цього виду м'ясних продуктів.

Досліди проводили за планом повного факторного експерименту (ПФЕ) типу 2^2 , де незалежними змінними (факторами) були: залишковий тиск (глибина вакууму) в робочому об'ємі масажера та відсоток солі в інгредієнтній суміші, а досліджуваними параметрами (відгукми) — активність води (a_w), вміст вологи (W, %) і солі (C, %) та рівень реакції (pH) у продукті. Кожен експеримент повторювали двічі.

Для проведення експериментів визначено інтервали варіювання факторами та їх нульовий, верхній та нижній рівні (табл. 1).

Разом з табл. 1 створено план-матрицю повного факторного експерименту типу 2^2 (табл. 2).

Для визначення порядку виконання дослідів за наведеною план-матрицею виконано процедуру їх рандомізації шляхом випадкового витягування номерів із урни. За умови подвійної кратності виконання кожного експерименту отримано таку послідовність їх виконання: 3, 4, 2, 1, 2, 3, 4, 1. Проведення паралельних дослідів передбачено для оцінки відтворюваності процесу і проведення статистичних оцінок. Результати виконання наведеної послідовності дослідів за встановленим планом представлено в табл. 3.

Перевірку відтворюваності дослідів виконано за критерієм Кохрена за 5%-м рівнем значущості. Процес вважається відтворюваним,

2. План-матриця ПФЕ типу 2^2

Дослід	x_1	x_2
1	-1	+1
2	+1	+1
3	-1	-1
4	+1	-1

3. Результати експериментів дослідження

Дослід	x_1	x_2	$\bar{a}_w = \frac{a_w1+a_w2}{2}$	$\bar{W} = \frac{W1+W2}{2}$	$\bar{C} = \frac{C1+C2}{2}$
1	-1	+1	0,985	73,11	2,07
2	+1	+1	0,960	68,87	4,31
3	-1	-1	0,969	72,33	2,87
4	+1	-1	0,944	68,32	5,39

оскільки критерії Кохрена, розраховані за даними таблиці 3 для всіх досліджуваних параметрів (активність води (a_w), вміст вологи (W , %) і солі (C , %)), є меншими за їх табличні значення для відповідних умов проведення дослідів.

За умови підтвердження критерію відтворюваності дослідів обчислено коефіцієнти регресійних рівнянь:

активності води
 $a_w(x_1, x_2) = 0,965 - 0,0125 \cdot x_1 + 0,008 \cdot x_2$, (1)

умісту вологи
 $W(x_1, x_2) = 70,6575 - 2,0625 \cdot x_1 + 0,3325 \cdot x_2$, (2)

умісту солі
 $C(x_1, x_2) = 3,66 + 1,19 \cdot x_1 - 0,47 \cdot x_2$, (3)

де x_1 — кодований фактор кількості солі в інгредієнтній суміші; x_2 — кодований фактор глибини вакууму.

Адекватність одержаних рівнянь (1)—(3) від факторів x_1 і x_2 перевірено за критерієм Фішера для 5%-го рівня значущості. Його значення менші табличних цього критерію за відповідних умов проведення дослідів, тому можна вважати рівняння (1)—(3) адекватними.

Оцінку значущості коефіцієнтів рівняння (1)—(3) перевірено за критерієм Стьюдента для 5%-го рівня значущості. Всі коефіцієнти рівнянь (1)—(3) більші одержаних значень цього критерію, що є підставою вважати їх значущими.

Для використання одержаних рівнянь (1)—(3) з натуральними значеннями факторів треба їх перетворити з використанням зв'язку між кодовим та фізичним (натуральним) вираженнями кожного фактора за формулою:

$$x_i = \frac{X_i - x_{i0}}{\delta_i}, \quad (4)$$

де: X_i — натуральне значення фактора; x_{i0} — значення i -го фактора на нульовому рівні; δ_i — інтервал варіювання i -го фактора.

Після перетворення рівняння (1)—(3) набуду вигляду:

$$a_w(\xi, v) = 0,9752 - 4,167 \cdot 10^{-3} \cdot \xi + 0,2667 \cdot v, \quad (5)$$

$$W(\xi, v) = 73,65 - 0,6875 \cdot \xi + 11,08 \cdot v, \quad (6)$$

$$C(\xi, v) = 2,303 + 0,3967 \cdot \xi - 15,67 \cdot v, \quad (7)$$

де ξ — кількість солі в інгредієнтній суміші, %;

v — глибина вакууму в робочому об'ємі вакуум-масажера, МПа.

Для кращої наочності поведінки цих показників залежно від кожного фактора (1 — глибина вакууму і 2 — кількість солі в суміші) на рис. 1—4 наведено по 2 графіки для кожного показника. На верхньому графіку кожного рисунка відображено залежність показника від глибини вакууму (вісь абсцис), при фіксованій кількості солі в інгредієнтній суміші на двох рівнях — нижньому і верхньому, а на нижньому графіку — залежність цього ж показника від кількості солі в суміші (вісь абсцис), а величини вакууму зафіксовано на 2-х рівнях — нижньому і верхньому. На всіх графіках використано такий порядок позначень: значення показників, визначені експериментально, на графіку відображають символами: ● — на нижньому рівні фіксованого фактора; * — на верхньому рівні фіксованого фактора, а обчислені за відповідних умов їхні значення за регресійними рівняннями представлені на графіках лініями: для нижнього рівня — суцільною; верхнього рівня — штрихпунктирною.

На рис. 1 представлено: на верхньому графіку залежність активності води a_w від вакууму при фіксованих нижньому (2%) і верхньому (8%) рівнях кількості солі в інгредієнтній суміші: на нижньому рівні експериментальні точки a_w , позначені символом ● (круг), а на верхньому рівні — символом * (зірочка) і графіки цього ж показника, обчислені за відповідних умов за формулою (5) (на нижньому рівні — суцільна лінія; на верхньому рівні — штрихпунктирна лінія). На нижньому графіку наведено залежність активності води a_w від кількості солі в інгредієнтній суміші при фіксованих рівнях вакууму: на нижньому рівні вакууму експериментальні точки a_w позначено символом ● (круг), на верхньому рівні — символом * (зірочка) і графіки цього самого показника обчислені за відповідних умов за формулою (5): на нижньому рівні — суцільна лінія; на верхньому рівні — штрихпунктирна лінія.

Аналіз рис. 1 свідчить, що поглиблення вакууму, як і збільшення кількості солі в інгредієнтній суміші, призводять до зменшення активності води a_w в м'ясі птиці. На наш погляд, таке явище можна пояснити інтенсифікацією видалення вологи із внутрішніх капілярів м'язової тканини птиці за допомогою вакууму, яка

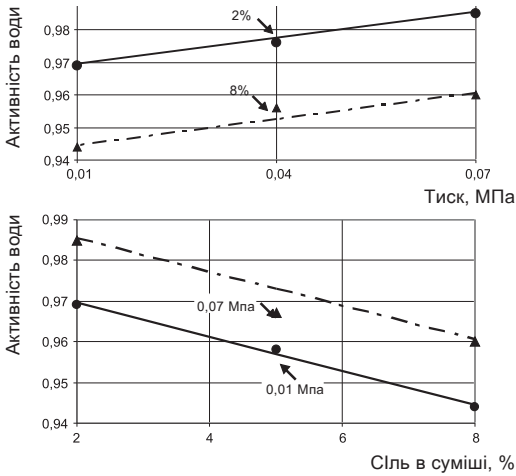


Рис. 1. Залежність a_w від тиску і кількості солі в інгредієнтній суміші після соління сировини (● — експериментальні точки на нижньому рівні незмінного фактора; суцільна крива — їх апроксимація за формулою (5); * — експериментальні точки на верхньому рівні незмінного фактора; штрихпунктирна крива — їх апроксимація за формулою (5))

поглинається (абсорбується) сіллю інгредієнтної суміші.

Графіки залежності вмісту вологи (W) і солі (C) в м'ясі птиці від кожного фактора за умови

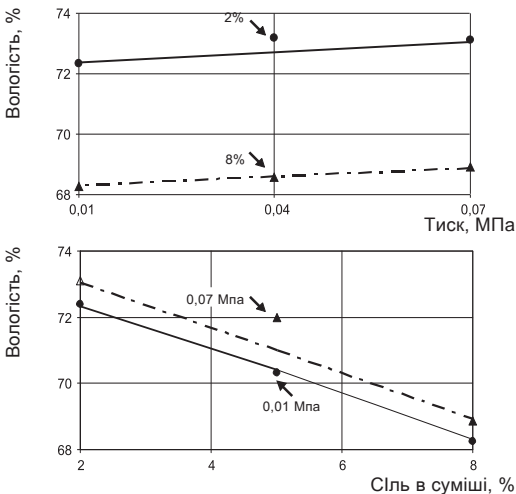


Рис. 2. Залежність W від тиску і кількості солі в інгредієнтній суміші після соління сировини (● — експериментальні точки на нижньому рівні незмінного фактора; суцільна крива — їх апроксимація за формулою (6); * — експериментальні точки на верхньому рівні незмінного фактора; штрихпунктирна крива — їхня апроксимація за формулою (6))

сталості другого на вибраних рівнях їх варіювання наведено на рис. 2—3.

Із рівнянь 6 і 7 та рис. 2 і 3 випливає, що зниження вакууму v і збільшення концентрації солі (ξ) прискорюють процес дифузії солі (C) у м'ясі птиці.

При цьому визначено оптимальні величини досліджуваних бар'єрних факторів: глибина вакууму — $0,04 \pm 0,005$ МПа, кількість солі в інгредієнтній суміші — $5 \pm 0,1\%$. За умов додер-

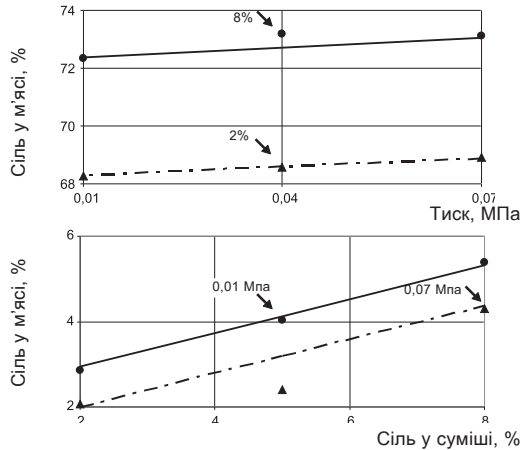


Рис. 3. Залежність C від тиску і кількості солі в інгредієнтній суміші після соління сировини (● — експериментальні точки на нижньому рівні незмінного фактора; суцільна крива — їх апроксимація за формулою (7); * — експериментальні точки на верхньому рівні незмінного фактора; штрихпунктирна крива — їхня апроксимація за формулою (7))

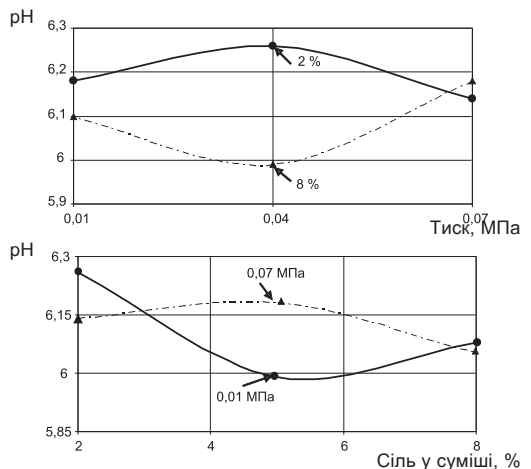


Рис. 4. Залежність pH від тиску і кількості солі в інгредієнтній суміші після соління сировини

жання цих параметрів відбувається повне розчинення солі за рахунок вологи та м'ясного соку, що виділяється з м'яса, а швидкість процесу соління скорочується з 12 год (без застосування вакууму) до 4-х год, достатніх для насичення м'язової тканини сіллю в заданих межах.

Уміст вологи в м'ясі птиці з поглибленням вакууму зменшується приблизно на 1,5% на всіх рівнях концентрації солі.

Важливо зазначити, що значення досліджуваних показників (активність води (a_w), вміст вологи (W) і солі (C)), обчислені за рівняннями регресії, отриманими в попередній роботі [2],

практично збігаються зі значеннями цих же показників, обчислених за рівняннями регресії (5), (6) і (7), отриманими в цій роботі, за однакових умов і терміну етапу соління. Незначна розбіжність їх значень може пояснюватися відмінністю досліджуваної сировини.

Короткий термін етапу соління (4 год) виключив можливість визначити закономірність поведінки реакції рН у м'ясі птиці від глибини вакууму та масової частки солі в інгредієнтній суміші. Графіки експериментально визначених значень цього показника представлені на рис. 4.

Висновки

У результаті проведених експериментальних досліджень операції сухого соління сировини в технологічному процесі виробництва сиров'ялених та сирокочених продуктів із м'яса птиці для досягнення необхідних технологічних якостей продукту встановлено, що оптимальною величиною вакууму для даного виду м'яса є 0,04 МПа, а кількість доданої солі до соляної суміші повинна становити 5% маси несолоної сировини. За цих параметрів тривалість процесу соління скорочується втричі: при використанні вакууму триває 4 год, без використання вакууму — 12 год.

Результати проведених дослідів матема-

тично узагальнено емпіричними формулами для обчислення показників активності води $a_w(\xi, v)$, масової частки солі $C(\xi, v)$ та масової частки вологи $W(\xi, v)$ у м'ясі птиці під час сухого посолу з застосуванням вакууму.

З використанням результатів досліджень розроблено нову технологію виготовлення сиров'ялених та сирокочених продуктів із м'яса птиці високої смакової та поживної якості і з достатнім терміном зберігання, вимоги до яких викладено в ТУ У 15.1 — 00419880 — 095:2008 «Продукти із м'яса птиці сирокочені та сиров'ялені. Технічні умови».

Бібліографія

1. Василевский О.М. Интенсификация операций посола при производстве мясных продуктов из цельномышечного сырья/О.М. Василевский, Д.О. Трифонова, С.К. Апраксина//Мясные технологии. — 2005. — № 5. — С. 3—5; № 6. — С. 5—7.
2. Ересько Г.А. Формализация барьерного влияния соли в технологии деликатесов из мяса птицы/Г.А. Ересько, Н.Ф. Усатенко, Т.А. Свириденко, А.М. Скарбовийчук//Мясная индустрия. — 2010. — № 2. — С. 68—70.
3. Журавская Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясных продуктов/Н.К. Журавская, Л.Т.Алехина, Л.М. Отрященко — М.: Агропромиздат, 1985. — 296 с.
4. Ивашов В.И. Совершенствование техники и технологии соленых мясопродуктов: Обзорная информация/В.И. Ивашов, А.С. Большаков, О.И. Якушев, В.В. Ильиных, Л.В. Горшкова, И.И. Тимощук, А.М. Чередниченко. — М.: ЦНИИТЭИмясо-молпром, 1985. — 63 с.
5. Карташева Т.С. Стартовые культуры в производстве сырокопченых продуктов из мяса птицы/Т.С. Карташева, Л.А. Текутьева, Т.К. Каленик,

- Ю.Г. Каленик//Мясная индустрия. — 2007. — № 3. — С. 33—34.
6. Минаев А. Влияние вакуумной обработки сырья на распределение хлористого натрия/А. Минаев, Е. Лабецкий//Мясная индустрия СССР. — 1980. — № 2. — С. 36—37.
7. Свириденко Т.А. Дослідження бар'єрного впливу солі в технології виготовлення продуктів із м'яса птиці/Т.А. Свириденко, Н.Ф. Усатенко, Скарбовийчук О.М.//Вісн. аграр. науки УААН. — 2009. — № 9. — С. 72—74.
8. Deumier F. Soaking turkey meat in salt — glucose syrup solutions — an experimental study of mass transfers/F. Deumier, A. Collignan, P. Bohuon//Poultry Science. — 2002. — V. 81. — P. 1243—1250.
9. Young L.L. Effect of Vacuum on moisture absorption and retention by marinated broiler fillets/L.L. Young, D.P. Smith//Poultry Science. — 2004. — V. 83. — P. 129—131.
10. Saha A. Consumer acceptance of broiler breast fillets marinated with varying levels of salt/A. Saha, Y. Lee, J.F. Meullenet, C.M. Owens//Poultry Science. — 2009 — V. 88. — P. 415—423.