

УДК 539.379:637.523

Показано, що оптимізація тривалості куттеруння фаршів для виготовлення сирокочених ковбас дозволяє скоротити тривалість їх сушки, забезпечити необхідну консистенцію та якість. При оптимальному ступені подрібнення дисперсійного середовища фаршу органолептична оцінка консистенції готової ковбаси стає значно вищою у порівнянні з іншими зразками

Ключові слова: подрібнення, куттер, копчення, вологість, фарш, якість, ковбаса, сушка, органолептика, консистенція

Показано, что оптимизация продолжительности куттерирования фарша для изготовления сырокопченых колбас позволяет сократить продолжительность их сушки, обеспечить необходимую консистенцию и качество. При оптимальной степени измельчения дисперсионной среды фарша органолептическая оценка консистенции готовой колбасы становится значительно выше по сравнению с другими образцами.

Ключевые слова: измельчение, куттер, копчение, влажность, фарш, качество, колбаса, сушка, органолептика, консистенция

СТУПІНЬ ПОДРІБНЕННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ В'ЯЛЕНОЇ ТА НАПІВКОПЧЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ

В. Ю. Сухенко

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: hamsa@mail.ru

Ю. Г. Сухенко

Доктор технічних наук, професор *

E-mail: suhenko@ukr.net

*Кафедра процесів і обладнання
переробки продукції АПК

Національний університет біоресурсів і
природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15 м. Київ, Україна, 03041

1. Вступ

Характер деформацій м'яса при подрібненні, їх розподіл і величина визначаються агрегатним станом матеріалу, конструктивними і геометричними параметрами ріжучого інструменту та умовами подрібнення. За ступенем деформацій м'ясо при нормальних умовах належить до пружно-еластично-пластичним тілам. При подрібнюванні його деформаційні властивості значно змінюються. При низьких температурах м'ясо з пластичного стану переходить в крихке, здобуваючи властивості пружно-крихкого тіла. Тому якість кінцевого продукту суттєво залежить від вологовмісту м'ясного фаршу і як наслідок від його правильного і раціонального подрібнення [1].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Процес подрібнення фаршу для сирокочених ковбас вивчений недостатньо у порівнянні з подрібненням фаршів для варених ковбас, який має максимальні значення вологозв'язувальної здатності і структурно-механічних характеристик (СМХ), що забезпечує максимальний вихід готової продукції. На відміну від варених ковбас, фарш для сирокочених ковбас повинен мати найменшу вологозв'язуючу здатність, а відповідно, і мінімальні значення структурно механічних характеристик. Від правильності виконання операції приготування фаршу залежить не тільки якість готової сирокоченої ковбаси, але і тривалості подрібнення сировини і сушки виробів. Ступінь подрібнення м'ясної

сировини визначає глибину технологічної обробки та впливає на форму зв'язуваної вологи, змінюючи реологічні характеристики і гістологію фаршів [1].

Значний вклад у розвиток теорії і практики процесів виробництва і вдосконалення технології сирокочених ковбас внесли автори робіт [2 – 6]. Разом з тим, майже відсутні роботи з дослідження впливу ступеня подрібнення фаршу на кінетику і тривалість сушки ковбас, що не дає можливості скоротити тривалість цієї операції і отримати належну кінцеву консистенцію виробів.

При тонкому подрібненні фаршу процес різання виконують на великих швидкостях. Він супроводжується виділення значної кількості тепла, зміною вологозв'язувальної здатності і СМХ продукту [3, 4]. Ці обставини обумовлюють необхідність правильного експериментального визначення і розрахунку раціональної тривалості подрібнення.

3. Мета і задачі досліджень

Сутність полягає у дослідженні кінетики сушки сирокоченої ковбаси (на прикладі ковбаси «Московської») в залежності від ступеня (тривалості) подрібнення фаршу для подальшої інтенсифікації сушки с/к ковбас.

4. Методика досліджень

Кінетику сушки оцінювали за кількістю вологи, яка видаляється з батону ковбаси (Δm), визначаючи

відносну величину, тобто кількість видаленої вологи з 1 кг продукту.

На початку готували фарш для визначеного виду ковбаси, відбирали проби у відповідності з стандартами і відправляли для хімічних і реологічних досліджень. Батони набивали у відповідну оболонку та зважували. Для кожної дослідної проби відбирали та зважували окремо не менше трьох батонів, маса кожного з яких позначалась m_n , кг. В процесі сушки, у відповідний момент часу τ , с, зважували окремо кожний батон, маса якого складала m_n , кг. Втрату маси визначали як різницю мас:

$$\Delta m = m_n - m_i \quad (1)$$

Відносну втрату маси батона ковбаси в процесі сушки у відповідний момент часу визначали за залежністю:

$$\Delta m_0 = \Delta m / m_n = (m_n - m_i) / m_n, \text{кг/кг} \quad (2)$$

Знаючи першочергову вологість фаршу W_n , визначали, в першому наближенні, вологість батону ковбаси у відповідний момент часу сушки:

$$W_i = (W_n - \Delta m_0) / (1 - \Delta m_0), \text{кг/кг} \quad (3)$$

За такою методикою визначити мінімальну тривалість сушки, коли вологість у батоні досягає максимально допустимого значення.

5. Експериментальні дані та їх обробка

Для дослідження вибрали ковбасу «Московська». Дисперсійне середовище цього виду ковбаси включало яловичину вищого гатунку, до складу якої входила волога у кількості 75,7%, жир - 1,5%, білок - 19,3% і зола - 3,5% (переважно за рахунок вмісту солі). Вологовміст дисперсійного середовища був на рівні:

$$U_{\text{д.с.}} = W_n / (1 - W_n) = 3,115 \text{ кг/кг} \quad (4)$$

Критерій хімічного складу розраховували за формулою:

$$K_x = B/\phi \cdot U = 0,193/0,015 \cdot 3,115 = 4,13.$$

Для приготування фаршу використовували виробничий кутер із місткістю чаші 500 л. Ступінь завантаження дорівнював 0,7. Тоді, у відповідності із рецептурою, яловичину вищого гатунку, попередньо подрібнену на вовчку, завантажували у кількості 75% від 350 кг, тобто 262,5 кг. Для фаршу визначили статичне θ_0 і динамічне $\theta_{\text{од}}$ граничні напруження зсуву (ГНЗ), які відповідно склали 1630 Па і 2000 Па.

Кінематичні параметри кутера були вибрані найбільш раціональні для тонкого подрібнення дисперсійного середовища фаршу для сирокочених ковбас [2], а саме:

$$n_n = 1500 \text{ хв}^{-1}; n_{\text{чаші}} = 9,9 \text{ хв}^{-1}.$$

Узагальнена характеристика кутера дорівнювала [6]:

$$\Omega = 471 \text{ м}^3/\text{кг}\cdot\text{с}^2.$$

В процесі кутерування відбирались проби по 85 кг дисперсійного середовища фаршу для ковбаси «Московської» з різною ступінню подрібнення, виходячи з терміну кутерування:

1 – недокутерована (100 с); 2 – приблизно оптимально кутована (250 с); 3 – явно перекутована (330 с). За контроль взята м'ясна сировина подрібнена на вовчку, тобто $\tau_k = 0$.

Потім кожна проба перемішувалась із хребтовим шпиком, попередньо подрібненим на шпигорізі до розмірів 6×6 мм, у кількості 25%. Тобто у кожену пробу додавали 21,25 кг шпику. Отриманий фарш відправляли на хімічний аналіз. Усереднений хімічний склад ковбаси «Московської» був наступним: вологи – 57,2 %, білку – 14,4 %, жиру – 24,9 %, золи 3,5 %. Критерій хімічного складу був на рівні $K_x = 0,433$.

Хімічний склад і реологічні характеристики фаршу та його дисперсійного середовища наведені у табл. 1.

Щоб при виготовити ковбасу з вологістю 30 %, необхідно видалити вологу в процесі сушки в наступній кількості:

$$\Delta m_0 = (W_n - W_k) / (1 - W_k) = (0,572 - 0,300) / (1 - 0,3) = 0,388 \text{ кг/кг}.$$

Для набивання фаршу використовували кутизинову оболонку. Вологість батона ковбаси в процесі сушки визначали за залежністю (3). Процес приготування (сушки) ковбаси «Московська» проходить протягом 42 діб [8 – 10].

Таблиця 1

Реологічні і хімічні характеристики фаршу

| Об'єкт досліджень | W, % | U, кг/кг | Б, % | Ф, % | Зл, % | K_x | τ_k , с | θ_0 | $\theta_{\text{од}}$ | A(ϕ_0) |
|------------------------------|-------|----------|------|------|-------|-------|--------------|------------|----------------------|---------------|
| Дисперсійне середовище фаршу | 75,7 | 3,115 | 19,3 | 1,5 | 3,5 | 4,13 | 0 | 1650 | 1950 | |
| | | | | | | | 100 | 1100 | 1300 | |
| | | | | | | | 250 | 800 | 950 | |
| | | | | | | | 330 | 900 | 1050 | |
| Фарш ковбаси «Московська» | 57,22 | 1,336 | 14,4 | 24,9 | 3,5 | 0,433 | 0 | 2350 | 2650 | |
| | | | | | | | 100 | 1800 | 2000 | |
| | | | | | | | 250 | 1520 | 1620 | |
| | | | | | | | 330 | 1600 | 1750 | |

Кінетика зміни відносної втрати маси Δm_0 і вологості батону W сирокоченої ковбаси «Московська» у часі за різних ступенів подрібнення дисперсійного середовища фаршу подана на рис. 1.

Проводячи аналіз графічної залежності, яка представлена на рис. 1 можна відмітити, що характер зміни втрат маси в процесі сушки сирокоченої ковбаси з різним ступенем подрібнення дисперсійного середовища фаршу, подібний та підкоряється наступній залежності:

$$\Delta m_0 = A \cdot \tau_{\text{ос}}^{0,5}, \quad (5)$$

де A – коефіцієнт, який характеризує зміну відносної втрати маси в процесі сушки ковбаси, і залежить від

ступеня подрібнення дисперсійного середовища фаршу;

τ_{oc} - відносна тривалість сушки, тобто τ_c/τ_1

τ_c - тривалість сушки, діб

τ_1 - одинична тривалість сушки, тобто $\tau_1 = 1$ доби.

Коефіцієнт А для кожного випадку дорівнює: при подрібненні дисперсійного середовища фаршу протягом 0 с (К) – 0,061; 100 с – 0,063; 250 с – 0,069; 330 с – 0,066.

Розрахункові величини втрати маси мають похибку не більшу за 1,5%.

Щоб досягти відносної вологості готової продукції (у цьому конкретному випадку 30%), необхідно видалити з батона вологістю 57,2%, як показано вище, вологи 38,8%.

Розглядаючи кінетику видалення вологи з батона з різним ступенем подрібнення дисперсійного середовища фаршу (рис. 1), можна визначити раціональну тривалість сушки в кожному конкретному випадку.

Контрольний зразок (К) досягає заданої вологості або втрачає масу Δm_0 за 40-41 добу.

При подрібненні тривалістю 100 с (недокутерування) задана вологість готової продукції досягається за 38 діб; 250 с (оптимальна тривалість кутерування) – за 32 доби; 330 (перекутерування) - за 35 діб. Таким чином, мінімальна тривалість сушки складає 32 доби при оптимальному подрібненні тривалістю $\tau_k^{opt} = 250$ с.

Подібно до відносної втрати маси, але у зворотній пропорції, змінюється розрахункова вологість батону в процесі сушки (криві К', 1', 2', 3' - рис. 1).

Для того, щоб розрахувати відносну втрату маси у будь-який момент часу сушки за різного ступеня подрібнення дисперсійного середовища фаршу, необхідно розглянути функцію $\Delta m_0 = f(\tau_c, \tau_k)$.

З рівняння (5) видно, що коефіцієнт А змінюється в залежності від тривалості подрібнення τ_k за параболічною закономірністю. Виразивши тривалість

подрібнення дисперсійного середовища фаршу через відносну величину (τ_k/τ_{opt}) отримали наступну залежність:

$$A = A_{opt} - 0,017(1 - \tau_k/\tau_k^{opt})^2, \quad (6)$$

де A_{opt} - коефіцієнт, який відповідає оптимальній тривалості подрібнення.

Тоді, підставивши у рівняння 4 залежність 5, отримаємо:

$$\Delta m_0 = [A_{opt} - 0,017(1 - \tau_k/\tau_k^{opt})^2] \cdot \tau_{oc}^{0.5}. \quad (7)$$

Кінетику зміни вологості продукту в процесі сушки можна розбити на три періоди: 1 – різке зменшення вологості; 2 – плавної прямолінійної зміни вологості; 3 – уповільнене криволінійне зменшення вологості. Закінчення другого періоду практично відповідає максимуму допустимій вологості готової сирової ковбаси, але це припущення потребує додаткової експериментальної перевірки.

6. Висновки

Ступінь подрібнення дисперсійного середовища фаршу для сирової ковбаси впливає на тривалість їх сушки. Тривалість сушки при оптимальному ступені подрібнення скорочується майже на 21%, у порівнянні з контрольним зразком і на 16% у порівнянні з недокутерованим, тобто з 40,5 діб або 38 діб до 32 діб. При оптимальному ступені подрібнення дисперсійного середовища фаршу органолептична оцінка консистенції готової ковбаси була вищою у порівнянні з іншими зразками.

Література

1. Сухенко, В. Ю. Моделирование процессов подрібнення м'яса і синтез технологічних машин: [Монографія] / В. Ю. Сухенко – К.: 2013. – 227 с.
2. Клименко, М. М. Теория процесса резания мяса и совершенствование машин и линий для измельчения сырья в производстве колбасных изделий [Текст]: дис. ...докт. техн. наук: 05.18.12 / М. М. Клименко. – К.: КТИПП, 1990. – 373 с.
3. Дорохов, В. П. Разработка рационального режима процесса измельчения мясного сырья при получении фарша для сырокопченых колбас [Текст]: дис. ...канд. техн. наук: 05.18.12 / В. П. Дорохов – М., 2006. – 198 с.
4. Бренч, А. А. Повышение эффективности процесса куттерования мясного сырья на основе разработки новых конструкций ножей [Текст]: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.18.12 / А. А. Бренч. – Минск: 2004. – 24 с.
5. Горбатов, А. В. Реология мясных и молочных продуктов [Текст] / А. В. Горбатов. – М.: Пищевая промышленность. 1979. – 384 с.
6. Bakal A and Hayakawa K. Heat transfer during freezing and thawing of foods. Adv. Food Res. 20, New York, 1973, p. 217-256.
7. Пелеев, А. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: [Текст] / А. И. Пелеев. - М.: Пищевая промышленность, 1971. - 519 с.
8. Brush, M. Sensory quality of meat and meat products [Текст] / М. Brush. Food Sci and Technol. Today. 1989. v.№3. – p. 247-261.
9. Сухенко, В. Ю. Механіка біополімерів м'яса [Текст] / В. Ю. Сухенко. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2012. – Вип. 170, ч. 1. – С. 290-302.
10. Сухенко, Ю. Г. Трансформація властивостей фаршу в процесі виготовлення варених ковбас [Текст] / Ю. Г. Сухенко, В. Ю. Сухенко, Т. М. Жеведь / Науковий вісник НУБіП України. – Київ: Вид-во НУБіП України, Вип. 144, ч.3. – 2010 – С. 311-315.