

ФЕДОРОВ В.Г., д-р техн. наук, професор,

КЕПКО О.І., канд. техн. наук, доцент,

Уманський національний університет садівництва

СКАРБОВІЙЧУК О.М., канд. техн. наук, доцент,

Національний університет харчових технологій, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ СИРУ ПІД ЧАС ДОЗРІВАННЯ

Вперше встановлено, що під час термічного (холодильного або теплового) оброблення харчових продуктів частина теплоти може мати реверсний напрям. Це призводить до перевитрати енергії та сировини. Вказано шляхи усунення або зменшення баластних теплових потоків.

Ключові слова: сир, термічне оброблення, тепломір, баластний тепловий потік.

It was defined first in this article, that a part of heat during thermal (refrigeration or heat) treatment of food products has reverse direction. These ballast heat fluxes are a source of energy and raw materials over-expenditure. The means adduced of elimination or reduction of reverse heat flows.

Keywords: cheese, thermal treatment, heat and mass transfer, heat meter, ballast heat flux.

Дозрівання сирів – це складний біохімічний процес, досі ще добре не вивчений. Ферментативний розпад білка, розщеплення лактози мікрофлорою – основні компоненти цього процесу, що супроводжуються виділенням теплоти. Якість та вихід сиру в значній мірі залежать від організації відведення цієї теплоти під час дозрівання. Так зване кондиціювання повітря в холодильних камерах сирзаводів відбувається за допомогою приладів охолодження повітря та іншого обладнання. Для розрахунку системи кондиціювання повітря необхідною є інформація щодо теплового та матеріального балансів голівок сиру та повітря камери. Складові цих балансів – параметри тепломасообміну під час виділення теплоти та вологи з поверхні голівок, а також відведення повітря із приміщення – майже не вивчені, бо питання енергозбереження раніше гостро не поставало.

Основними параметрами повітря у камері є температура та відносна вологість, які потрібно підтримувати на досить точно визначеному рівні для кожного типу сирів, інакше небажаний перебіг процесів може призвести до виникнення вад сиру або навіть зробити його нетоварним продуктом. Визначення та регулювання температури повітря в умовах камери дозрівання сирів провадяться за допомогою давачів різного типу, найбільш придатними за точністю, ціною та сумісністю з регульовально-моніторинговою апаратурою є термоелектричні давачі та термометри опору [1]. Для визначення миттєвих значень відносної вологості повітря в камерах дозрівання сирів в роботі [2] запропоновано рівняння регресії, в якому цей параметр є функцією одинадцяти факторів, що складаються із геометричних розмірів стелажів з продуктом, діаметра нагнітального пристрою, швидкості припливного повітря та її вертикального градієнта, густини повітря та її вертикального градієнта тощо. Такий підхід до визначення цього параметра є непридатним,

оскільки одночасне та безперервне вимірювання більшості з цих факторів буде навіть перешкоджати обслуговуванню камери, а вимірювальний комплекс – значно дорожчим порівняно з приладами, що серійно виготовляються та цілком придатні для управління цим процесом, технічні характеристики яких та заводи, що їх виробляють, наведені в [3].

Основним тепловим фактором процесу дозрівання сиру є інтенсивність виділення теплоти від сиру q_m , Вт/кг:

$$q_m = Q / m, \quad (1)$$

де Q – загальна кількість теплоти, що виділяється в камеру за одиницю часу, Вт; m – маса сиру, що знаходиться в камері, кг.

Інформації щодо q_m в літературі немає: зробити досить чутливий калориметр, в якому можна було б розмістити цілу голівку сиру, є досить проблематично, а проводити дослідження на малих зразках або частинках голівки немає сенсу, оскільки біохімічні процеси в них проходять з іншою інтенсивністю, ніж в цілій голівці. Подібні задачі в харчовій промисловості зустрічаються дуже часто, для їх розв'язування майже півсторіччя використовують засоби теплометрії [4]. Малогабаритні малоінерційні давачі густини теплового потоку – тепломіри розташовують на поверхні продукту чи апарата або в середині продукту, але завжди по ізотермічній поверхні. Електрорушійна сила, яку виробляє тепломір, є пропорційною густині теплового потоку q , Вт/м², що проходять через нього.

В монографії [5] наведено результати теплометричних досліджень дозрівання російського сиру. Тепломір діаметром 20 мм і товщиною 1,2 мм притискали до поверхні голівки молодого сиру в її центрі та прикріплювався на ній за допомогою парафіну, спаї мідь-константанової термопари розташовували під тепломіром та у повітрі – напроти тепломіру за межами пристінного шару повітря (2,5 см). Комутація сигналу термопари дозволяла вимірювати як температури так і їх різницю. Вторинними приладами були самописці Н – 37/1 і Н – 374.

Результати досліджень q для центру верхньої поверхні голівки сиру, габаритами $d \times h = 260 \times 120$ мм під час дозрівання в термостаті при температурі повітря $10 \pm 0,25$ °C наведено на рис. 1.

Тепломір реагує не тільки на вмикання та вимикання холодильної установки, а також на флуктуації теплового потоку за рахунок коливань швидкості повітря, що омиває голівку. З рис. 1. видно, що внаслідок періодичної роботи повітроохоло-

джувача сигнал тепломіра кожні 2,5...3 хвилини змінює знак, тобто теплота по черзі виходить із голівки та повертається до неї. Це є вадою регулювальної системи, оскільки за даних умов приблизно третина теплоти дозрівання є баластним навантаженням на холодильну машину. Крім того, періодичне змінення напрямку теплового потоку може негативно вплинути на якість сиру, оскільки є взаємозв'язок між технологічними та теплофізичними характеристиками для більшості молочних продуктів [6]. Теплометричний контроль процесу дозрівання сиру, на відміну від термометричного контролю, дозволяє усунути зворотний потік теплоти.

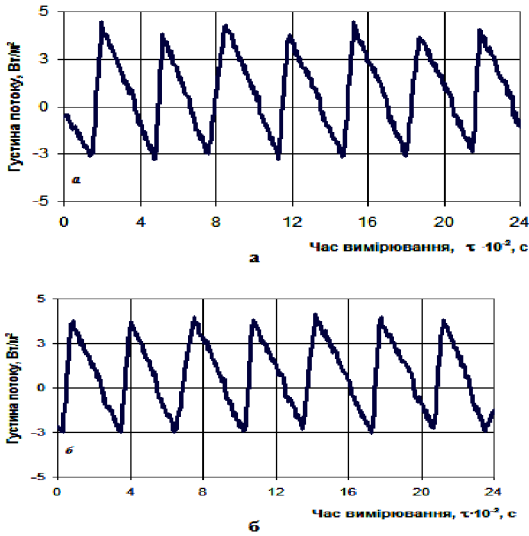


Рис. 1. Тепловий потік із центру верхньої поверхні голівки Російського сиру під час дозрівання в термостаті при температурі повітря $10 \pm 0,25$ °C: а – на 22-гу добу; б – на 24-ту добу

Моніторинг густини теплового потоку q дозволяє визначити середню величину \bar{q}_m у (1) для цих дослідів:

$$\bar{q}_m = \int \int \frac{q \cdot dF \cdot d\tau}{F \cdot \tau} \quad (2)$$

де q – вимірювана густина теплового потоку з врахуванням знаку q , Вт/м²; F – поверхня сиру, що приймає участь в теплообміні, м²; τ – термін дозрівання сиру, с.

Інтегрування q за часом показало, що на 22-й (рис. 1., а) та 24-й (рис. 1., б) день дозрівання вимірюваний тепловий потік спрямований від сиру до повітря, складає на протязі обох днів $\bar{q} = 1,05$, Вт/м². Розрахунок \bar{q}_m за рівнянням (2) для голівки

російського сиру наведених габаритів на протязі всього терміну дозрівання дав величину $\bar{q}_m = 3,06$, Вт/кг, яка може бути підставою для обґрунтування холодопродуктивності системи.

Наявні дані дозволяють оцінити глибину проникнення небажаного температурного впливу в середину голівки сиру за рахунок складного знакозмінного теплообміну – можливо, постійні коливання температури у поверхневому шарі сприяють розмноженню шкідливої мікрофлори.

Складемо тепловий баланс цього шару для одного циклу "вмикання – вимикання" холодильної машини:

$$(q^+ + q^-) \cdot \tau_\sigma = \tilde{n} \rho l \delta t, \quad (3)$$

де q^+ та q^- – максимальні середні значення густини теплового потоку під час відведення та підведення теплоти до голівки, Вт/м²; τ_σ – час циклу, с; c – теплоємність сиру, Дж/(кг·К); ρ – густина сиру, кг/м³; l – шукана глибина проникнення температурного впливу, м; δt – максимальний перепад температури у поверхневому шарі, К.

На жаль, відомостей про теплофізичні характеристики сиру практично немає, але із [7] можна використати значення ентальпії сиру за температур: 8, 10 та 12 °C (відповідно: 42,3; 47,7; 53,2 кДж/(кг·К)) і підрахувати теплоємність сиру c при $t = 10$ °C:

$$c_{10} = h_{10} - h_8 = (47,7 - 42,3) / 2 = 2,7 \text{ кДж/(кг·К)} \quad (4)$$

Густину ρ сиру беремо рівною 1080 кг/м³ [8].

Розподіл температур в поверхневому шарі є криволінійним, але для наближеного розрахунку беремо лінійний розподіл, тобто $\delta t = 0,5 \cdot \delta t_{\max}$. Максимальний перепад δt_{\max} на поверхні сиру беремо таким, що дорівнює перепаду температури повітря за межами пристінного шару, тобто $\delta t_{\max} = 1$ К.

Розрахунки за (3) дають величину $l = 0,02 \dots 0,015$ мм, тобто цілком відчутну для організації раціонального ведення процесу дозрівання сиру.

Висновки. Виконані експериментальні дослідження процесу тепломасообміну між голівками Російського сиру під час їх дозрівання та охолоджуючим повітрям холодильних камер дозволили отримати усереднені значення густини теплового потоку \bar{q}_m та глибини проникання зворотного потоку теплоти за рахунок недосконалості регулювальних пристроїв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Температурные измерения. Справочник/Геращенко О.А. и др. –Киев.: Наукова думка., 1989. – 704 с.
2. Маяковский Ю.В. Определение мгновенных значений относительной влажности воздуха в камерах созревания сыров. Молочная промышленность, 1987, № 12, с. 19.
3. Приборы контроля и управления влажностно-тепловыми процессами./ Бородин И.Ф., Минченко С.В. –М.: Россельхозиздат, 1985. – 239 с.
4. Федоров В.Г. Теплометрия в пищевой промышленности./ –М.: Пищевая промышленность, 1974. – 176 с.
5. Федоров В.Г. Основы тепломассометрии./ –К.: Вища школа, 1987. – 184 с.

6. Скарбовійчук О.М., Чернюшок О.А., Кочубей-Литвиненко О.В., Федоров В.Г. Зв'язок технологічних і теплофізичних характеристик молочних продуктів. "Харчова промисловість", Київ НУХТ 2011, № 10,11 с. 42 – 45.
7. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. Довідник / О.М. Скарбовійчук, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А. Чернюшок, В.Г. Федоров. – К.: НУХТ, 2012. – 311 с.
8. Теплофизические характеристики пищевых продуктов/ А.С. Гинзбург, М.А. Рогов, Г.И. Красовская. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 288 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 005.332.4 : 637'8

**ДОНЧЕВСЬКА Р.С., канд. техн. наук, ст. викл., СИДОРЕНКО О.В., д-р. техн. наук, професор,
РОМАНЕНКО О.В., канд. техн. наук, доцент**

Київський національний торговельно-економічний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У статті розглянуто основні чинники низької конкурентоспроможності продукції вітчизняних підприємств рибної промисловості. Встановлено та експериментально підтверджено, що одним із шляхів підвищення її конкурентоспроможності є розробка та впровадження у виробництво риборослинних продуктів на основі прісноводної риби внутрішніх водоймищ України.

Ключові слова: конкурентоспроможність, прісноводна риба, риборослинні продукти, рослинні добавки, морські водорості, паштети, консерви, пресерви, заливна риба, рівень якості.

The article reviews the main factors of low competitiveness of national enterprises the fishing industry. Determined and experimentally confirmed that one of the ways to improve their is the development and introduction in production of fish and plant products based on internal freshwater fish ponds Ukraine.

Keywords: competitiveness, freshwater fish, fish and plant products, plant raw materials, sea weeds, paste, preserves, jellied fish, quality level.

Найважливіші соціально-економічні завдання підприємств рибопереробної промисловості України і країни в цілому, нерозривно пов'язані із забезпеченням ефективного виробництва високоякісних продуктів та досягненням конкурентоспроможності рибної продукції на світовому ринку.

За даними Всесвітнього Економічного Форуму в Давосі, за рівнем конкурентоспроможності Україна посіла лише 84 місце з 148 країн [1]. Серед причин низької конкурентоспроможності продукції вітчизняних рибопереробних підприємств, на нашу думку, можна виокремити наступні:

– погіршення технічного стану обладнання на рибопереробних підприємствах, модернізація якого відбувається дуже низькими темпами;

– значний дефіцит потужностей з базової переробки риби, що в свою чергу призводить до недостатнього використання сировини та відходів основного виробництва використання застарілих технологій;

– низькі темпи науково-технічного прогресу; зменшення запасів масових традиційних гідробіонтів під впливом природних факторів і надмірного промислу;

– відсутність моральних і матеріальних стимулів до підвищення якості продукції і розширення її асортименту, оновленню виробничого апарату і впровадженню новітніх технологій виробництва;

– швидкі темпи морального та фізичного зношення основних виробничих фондів і техноло-

гій (65-70 %);

– недостатня розвиненість систем широкомасштабного безперервного навчання фахівців з якості, в тому числі керівників підприємств, сучасній ідеології управління якістю;

– значні матеріальні витрати, які повинні бути передбачені в програмах розвитку галузей, зважаючи на потребу гармонізації українських стандартів, законодавчої та нормативної бази з вимогами європейських стандартів, норм і правил та невизначеність джерел їх фінансування;

– у зв'язку з впровадженням гармонізованих з європейськими і міжнародними вимогами стандартів;

– не готовність рибопереробних підприємств до об'єктивно необхідного технічного переоснащення, освоєння сучасних технологій, нового випробувального обладнання, впровадження та сертифікації систем управління якістю, що вимагає значних коштів (інвестицій, кредитів тощо) та державної підтримки в умовах нерозвиненого ринку, недостатньої внутрішньої конкуренції.

Враховуючи вищевикладене, в умовах інтеграції економіки України в європейські та світові економічні структури особливу увагу необхідно приділяти проблемам підвищення конкурентоспроможності вітчизняної рибної продукції. Одним із безальтернативних шляхів вирішення даного питання, на нашу думку, є інноваційний розвиток рибної промисловості України за рахунок впровадження прогресивних високотехнологічних процесів виробництва продукції відповідно до сучасних європейських стандартів та вимог, зокрема розробки продуктів на основі прісноводної риби внутрішніх водоймищ України.

Вагомий внесок у вирішення проблеми підвищення якості та розробки біологічно цінних рибних продуктів відповідно до науково обґрунтованих принципів нутриціології та вимог функціонального харчування, внесли роботи вчених Т.К. Лебської, П.П. Пивоварова, Н.Г. Грінченко, Л.С. Абрамової, А.Т. Безузова, Л.Б. Добробабіної та ін. [2–5].

Адже відомо, що рибні товари посідають вагомий місце в біологічно повноцінному раціоні населення та мають здатність регулювати холестеринний обмін в