

Секція 2

ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 637.02

О.І. Черевко, д-р техн. наук

В.М. Михайлов, д-р техн. наук

І.В. Бабкіна, канд. техн. наук

А.О. Шевченко, асист.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Акцентируется уага на актуальності розробок комбінованих процесів на основі електроконтактного нагрівання. Проаналізовано електроконтактні способи обробки харчових продуктів – електроплазмоліз, електрофлотажію, електростимуляцію та електроконтактне нагрівання.

Акцентируется внимание на актуальности разработок комбинированных процессов на основе электроконтактного нагрева. Проанализированны электроконтактные способы обработки пищевых продуктов – электроплазмолиз, электрофлотация, электростимуляция и электроконтактный нагрев.

Accented attention on actuality of developments combined processes on the basis of electrocontact heating. Analyzed the electrocontact methods of treatment food products. Among it is electropasmolysis, electroflotation, electrostimulation and electrocontact heating.

Постановка проблеми у загальному вигляді. На сьогодні в галузі харчових виробництв актуальним є завдання зниження витрат енергетичних і матеріальних ресурсів. Це зумовлює необхідність в підвищенні технічного рівня підприємств, що можливо зробити шляхом вдосконалення діючого та впровадження нового прогресивного обладнання.

Важливим резервом для дослідницької роботи в цьому напрямі є різноманітне комбінування технологічних процесів. Наприклад, смаження, випікання чи запікання з електроконтактним нагріванням (ЕКН). Спосіб дозволяє знизити питомі витрати енергії, скоротити тривалість обробки, створити рівномірне температурне поле за об'ємом напівфабрикату та забезпечити якість кулінарним виробам.

Слід зауважити, традиційні методи нагрівання в наведених процесах теплової обробки є досить поширеними. Існує велика кількість робіт присвячених їх застосуванню. У той же час способи обробки продуктів електричним струмом, до яких належить ЕКН досліджені не достатньо, тому саме вони потребують ретельного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з літературним оглядом існуючі установки на основі електроконтактного впливу на продукт, зокрема для ЕКН, переважно мають досить великі габарити та у своїй роботі використовують допоміжні пристрої, такі як транспортери, насоси, ротори та ін., що збільшує витрати матеріало- та енергоресурсів [1]. Щодо сфери застосування, то в більшості випадків обробку електричним струмом застосовують під час виробництва ковбас, для розморожування продуктів, у процесах сушіння, для пастеризації рідких продуктів та ін. [2].

Мета та завдання статті. Метою роботи є аналіз технологічних особливостей електроконтактних методів обробки харчових продуктів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно з класифікацією, наведеною в [3] електроконтактні способи належать до електро-фізичних методів обробки харчових продуктів. Їх поділяють на електроплазмоліз, електрофлотажію, електростимуляцію та ЕКН. Останній, в свою чергу, буває низькочастотним та високочастотним. Розглянемо докладно ці процеси.

Електроплазмоліз використовують для збільшення проникності цитоплазми оболонок клітин під дією електричного струму, що дозволяє підвищити вихід соку із клітин за умов подальшого механічного впливу. Щодо досліджень цього процесу, то в роботах [4; 5] розглянуто вплив градієнта напруги та температури при електроплазмолізі; застосування різних за частотою струмів; вплив тривалості обробки та електрофізичних властивостей сировини на ефективність процесу. До його переваг відносять простоту конструкцій апаратів та надмірну швидкість здійснення [3].

Процес електрофлотажію призначений для розділення неоднорідних рідких систем під дією постійного електричного струму. Його сутність полягає в розкладанні води на водень та кисень у вигляді дрібних бульбашок, що осаджуються на поверхні твердої фази та піднімають її вгору. Цей процес здійснюють з різною метою: як для очистки виноградного соку, так і для очистки стічних вод [3].

Електроконтактна обробка також застосована в процесі екстрагування. Автор [6] стверджує, що такий спосіб забезпечує розкриття клітинної структури рослинного матеріалу та отримання ча-

стинок з хорошою проникністю. Дана технологія може застосовуватись для екстрагування цілих компонентів з різноманітних видів рослинної сировини.

Такий метод застосовується для процесів стерилізації та пастеризації рідких харчових продуктів (молока, соків, оцту та ін.). У цьому випадку електричний струм використовується з метою знищення бактерій. Найпростіший пастеризатор, що при цьому використовується являє собою камеру прямокутного перетину з електродами, вздовж яких протікає рідина [7].

До процесів електроконтактного впливу відносять електростимуляцію, що дозволяє підвищити якість свіжого м'яса та пришвидшити його посіл. Розробки за цим напрямом наведено в праці [8].

Однак, у першу чергу контактний вплив електричним струмом застосовується для проведення теплових процесів. При цьому електрична енергія перетворюється в теплову безпосередньо в провідному середовищі, тобто відбувається електроконтактне нагрівання [9]. Отримання при цьому внутрішньої енергії за всім об'ємом продукту є важливою перевагою метода. Серед інших переваг можна відмітити простоту апаратного оформлення, швидкоплинність та можливість контролю і регулювання енергетичних параметрів.

Основні розробки цього методу проводились до середини 80-х р. р. минулого сторіччя. У 1962 р. вийшов анотований збірник, присвячений огляду опублікованих праць за напрямом електричних методів обробки харчових продуктів. У ньому відповідно наведеній класифікації розділяють низькочастотні процеси [10, с. 4-9] та процеси високочастотного нагрівання [10, с. 9-19].

Щодо застосування ЕКН, то в деяких випадках пропонується його використання під час виробництва хлібобулочних виробів. Наприклад, в роботах [11] випікання хліба здійснюється за допомогою електроконтактного нагрівання. Такий процес протікає досить швидко. Його тривалість залежить від напруги в електромережі, з чим безпосередньо пов'язана кількість тепла, яку отримує тісто. Нагрів можна здійснювати підтримуючи постійну напругу на контактуючих клеммах (сила струму змінюється), або змінюючи напругу, тоді сила струму – постійна. З практичної точки зору більш простим є перший спосіб.

ЕКН застосовують для розморожування харчових продуктів (наприклад, рибних блоків). При цьому використовують струм промислової частоти. Бічні грані блоків риби, що занурені у воду, контактують з електродами. У результаті відбувається нагрів та відповідне розморожування [12].

У процесах сушіння на тютюновому виробництві ЕКН спрямовують на вологе листя тютюну та тютюнові блоки [13].

Стосовно процесів нагрівання в роботах таких вчених, як І.А. Рогов, А.В. Горбатов, Є.П. Наній та ін., харчові продукти розглядають, як напівпровідники іонного типу, в яких носіями електричних зарядів є іони солей [7].

ЕКН можна застосовувати для нагрівання різних фаршів, як в ковбасному виробництві, так і під час виробництва штучних виробів. З фізичної точки зору такий процес описується, як

$$Q = \frac{I^2 \cdot \tau}{\sigma}, \quad (1)$$

де Q – теплова енергія, Дж; I – сила струму, А; σ – електропровідність, Ом^{-1} ; τ – час, сек.

Визначальною величиною стосовно ЕКН у цьому рівнянні є електропровідність. Дослідження [14] показали характер зміни електричної провідності під час нагрівання фаршу: від 20°C до 60°C – має місце збільшення електропровідності, а в інтервалі $60 \dots 80^\circ \text{C}$ – її зменшення. Для фаршів ця величина зумовлена здебільшого концентрацією NaCl у вільній волозі. За умов підвищення температури рухомість іонів у сольовому розчині збільшується, що й викликає збільшення провідності. У міру денатурації білкових речовин між діелектриками та розсолем у фарші здійснюється обмінна дифузія, що призводить до перерозподілу солі та води. До діелектриків переходить деяка частина солі з розчину, а в розсіл виділяється частина слабозв'язаної води. Ця частина води, змішуючись з розсолем, зменшує його концентрацію та відповідно й електро-провідність. Другою причиною, що викликає зменшення електропро-відності після нагріву до $50 \dots 60^\circ \text{C}$, дослідники вважають зміну фізичного стану фаршу з закінченням денатураційних процесів основної кількості білка.

Висновки. Отже, актуальним напрямом наукових досліджень, з метою вдосконалення харчових виробництв, є створення комбінованих технологічних процесів, зокрема на основі ЕКН. Раціональне здійснення таких процесів можливе лише за умов ретельного аналізу кожного конкретного процесу. Розглянуті способи електроплазмолізу, електрофлотажі, електростимуляції та ЕКН можуть бути застосовані як окремі процеси, так і в різноманітних комбінаціях.

Список літератури

1. Михайлов, В. М. Аналіз способів та обладнання електроконтактної обробки у галузі харчових виробництв [Текст] / В. М. Михайлов, І. В. Бабкіна, А. О. Шевченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Харків, 2007. – Вип. 1 (5). – С. 318–324.
 2. Обладнання харчових виробництв із застосуванням електроконтактного нагрівання [Текст] / Т. В. Кваско [та ін.] // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Всеукр. наук. конф. студ. : [тези]. – Харків, 2009. – С. 214.
 3. Рогов, И. А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов [Текст] / И. А. Рогов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 272 с.
 4. Бирюкова, С. Н. Определение степени повреждения тканей виноградной мезги [Текст] / С. Н. Бирюкова // Известия вузов. Пищевая технология. – 1971. – №2. – С. 162–165.
 5. Щеглов, Ю. А. Электрическая обработка продуктов растениеводства [Текст] / Ю. А. Щеглов, В. Г. Каракаш // Электронная обработка материалов. – 1980. – № 5. – С. 60–62.
 6. Гусева, М. В. Совершенствование процесса экстрагирования при электроконтактной обработке растительного сырья [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / М. В. Гусева. – М., 2008. – 26 с.
 7. Наний, Е. П. Электропастеризация уксуса [Текст] / Е. П. Наний // Консервная и овощная промышленность. – 1957. – №11. – С. 26–28.
 8. Воробьева, Н. Н. Влияние электростимуляции на качество подмороженного мяса [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н. Н. Воробьева. – Л., 1982. – 16 с.
 9. Электротехнология [Текст] / А. М. Басов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 256 с.
 10. Электрические методы обработки пищевых продуктов [Текст] : аннотированный библиографический указатель отечественной и зарубежной литературы за 1950-1961 гг. – М. : ЦИНТИПП, 1962. – С. 4–19.
 11. Сидоренко, Г. А. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного энергоподвода [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Г. А. Сидоренко. – Оренбург, 2002. – 25 с.
 12. Процессы и аппараты рыбообработывающих производств [Текст] / Н. В. Стефановская [и др.]. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 237 с.
 13. Ивченко, В. В. Электроконтактный способ сушки средних жилок табачных листьев [Текст] / В. В. Ивченко, Г. В. Наливко // Новые физические методы обработки пищевых продуктов : Всесоюз. конф. по обработке пищевых продуктов : [доклады и сообщения]. – Киев, 1963. – С. 55–66.
 14. Духин, С. С. Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем [Текст] / С. С. Духин. – К. : Наукова думка, 1975. – 246 с.
- Отримано 1.10.2010. ХДУХТ, Харків.
© О.І. Черевко, В.М. Михайлов, І.В. Бабкіна, А.О. Шевченко, 2010.
УДК 644.8:658.562.5