

## 7. Інтенсифікація процесів теплообміну в харчових виробництвах за допомогою нанотехнологій

Аліна Колтун, Юлія Запорожець

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ:** Теплообмін у харчовій промисловості є ключовим процесом, що визначає якість, безпеку та енергоефективність виробництва. Традиційні методи теплообміну, застосовуючи звичайні теплоносії та апарати, часто стикаються з обмеженнями, такими як низька теплопровідність, великі розміри обладнання та високе енергоспоживання. У цьому контексті, пошук нових методів інтенсифікації теплообміну стає надзвичайно важливим для харчової галузі.

**Матеріали і методи:** Для проведення досліджень використовувалися різноманітні наноматеріали, включаючи наночастинки оксидів металів і вуглецеві нанотрубки. Розміри цих наночастинок варіювалися в діапазоні від 10 до 50 нм, а їх концентрація в розчинниках/теплоносіях, таких як вода, етиленгліколь та олії, становила від 0,1 до 1% за об'ємом. Як об'єкти дослідження використовувалися різні харчові продукти, зокрема молоко, соки та пюре, для яких визначалися їх фізико-хімічні властивості, такі як в'язкість, теплопровідність та теплоємність.

Дослідження проводилися з використанням різноманітного обладнання, включаючи теплообмінні апарати пластинчастого, трубчастого та мікроканалного типів, установки для нанесення нанопокриттів методами напилення та електроосадження, а також вимірювальні прилади, такі як термометри, теплові датчики, віскозиметри та спектрометри.

**Результати дослідження:** Сучасні дослідження активно розвиваються у напрямку застосування нанотехнологій для інтенсифікації теплообміну в харчових виробництвах. Основні напрямки включають розробку нанотеплоносіїв, де додавання наночастинок металів, їх оксидів або вуглецевих нанотрубок до звичайних теплоносіїв значно підвищує їх теплопровідність, з потенційним збільшенням на 15-40%. Важливо враховувати стабільність таких наносуспензій, їх в'язкість та безпеку.

Нанопокриття, нанесені на поверхні теплообміну, покращують змочування та збільшують площу теплопередачі, знижуючи термічний опір, що може підвищити коефіцієнт теплопередачі на 10-30%. Розробка нових теплообмінних апаратів з використанням наноструктурних матеріалів, таких як мікроканалні теплообмінники з нанопокриттями, також є перспективною.

Перспективи застосування нанотехнологій у харчовій промисловості охоплюють пастеризацію, стерилізацію, випарювання, сушіння, охолодження та заморожування, де використання наноматеріалів дозволить скоротити час обробки, забезпечити рівномірне нагрівання, зберегти корисні речовини та покращити органолептичні властивості продуктів.

**Висновки.** Застосування нанотехнологій для інтенсифікації теплообміну є перспективним напрямом, що вимагає подальших досліджень для оптимізації наноматеріалів, розробки ефективних методів їх застосування та оцінки економічної доцільності. Майбутні дослідження повинні зосередитися на стабільності наносуспензій, синтезі матеріалів з заданими властивостями, впливі на якість продуктів, розробці промислових технологій та математичних моделей, а також на створенні нових теплообмінних апаратів.