

ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ. РЕЗУЛЬТАТИ І ПЕРСПЕКТИВИ

У процесах харчової промисловості важливе місце відводиться питанням ресурсо- та енергозбереження. Доцільність застосування гідродинамічної кавітації з метою вирішення цих питань підтверджується багаточисельними результатами наведеними у працях І.М. Федоткіна, А.Ф. Немчина, М.А. Промтова, В.Ф. Юдаєва, О.І. Некоза та ін. Увага авторів у даній галузі зосереджена на розробленні суперкавітуючих пристроїв та можливостей їхнього технологічного застосування. Особливістю таких пристроїв є гідродинамічний спосіб збурення кавітації у потоці рідини, що реалізується за допомогою встановлених у робочій камері реактора каверностворюючих тіл (дисків, конусів, сфер, циліндрів, крильчаток), які можуть бути статично закріпленими чи рухатись.

Основою роботи є наукові дослідження авторів, де розглянуто кавітаційні ефекти з точки зору їхнього використання в окремих технологічних процесах харчових виробництв. Їхній об'єктивний аналіз дасть змогу оцінити переваги й недоліки даного методу впливу на технологічні середовища та визначити перспективність подальших досліджень у цьому напрямку. Сказане повною мірою відноситься до процесів гомогенізації пастеризації, розчинення, екстрагування, які часто використовуються у харчовій промисловості.

У лабораторних умовах проведено ряд експериментальних досліджень щодо обробки молока у пристроях статичного і динамічного типів за різних параметрів процесу (температури, тривалості та режимів оброблення). Якість молока під час зберігання оцінювали за зміною титруємої кислотності. Порівняльні дослідження динаміки зміни кислотності свіжого та обробленого молока проводили у термостаті за температури 20°C. Для оцінки ефективності способу аналізували наростання титруємої кислотності з часом у пробах молока після електрооброблення (параметри режиму 1-50, 11-11 В), гомогенізації, пастеризації (за температури 70°C) та оброблення у кавітаційних пристроях. Встановлено, що доцільною є додаткове кавітаційне оброблення молока після пастеризатора (72°C), що дає змогу збільшити термін зберігання молока на 12 год без зміни складових частин молока. Аналогічний результат отримано стерилізацією молока за температури >95°C. Слід зазначити, що на стерилізацію необхідно великі витрати тепла й внаслідок теплового впливу відбуваються зміни складових частин молока.

Порівняння запропонованого методу з електрообробленням засвідчило майже однаковий результат. Проте для забезпечення належного впливу необхідне специфічне обладнання, затрати на електроенергію. Такий спосіб можливий для оброблення лише малих об'ємів сировини, а внаслідок дію струму можуть відбуватись небажані зміни складових частин молока.

Поряд із впливом на флору молока спостерігається й гомогенізація молочного жиру. Для оцінки ефективності кавітаційної дії досліджували зміну коефіцієнта гомогенізації, що визначався методом центрифугування. Встановлено, що за шестикоратної циркуляції найкращий результат отримано у триступеновому статичному пристрої за температури 72°C. Більшу ефективність оброблення за температури 72°C можна пояснити зниженням в'язкості жирових кульок, розм'ягченням їхніх ліпідних оболонок, а також тим, що відбувається часткова

термодеаерація продукту. Із збільшенням часу обробки, а відповідно і кратності циркуляції результат погіршувався. Це можна пояснити руйнуванням ліпідних оболонок жирових кульок та їхнім подальшим укрупненням. Встановлено, що існує оптимальна віддаль від сопла до перешкоди, за якої ступінь гомогенізації найбільша. За відстані до перешкоди 20 мм і шестикратного оброблення молока в кавітаційному пристрої значення коефіцієнта гомогенізації становило 62%. Згідно отриманих даних із збільшенням віддалі між соплом і перешкодою до 60 мм і незмінній швидкості руху рідини та температурі коефіцієнт гомогенізації зменшується до 20 %. Із подальшим збільшенням віддалі спостерігається збільшення коефіцієнта гомогенізації до критичного значення 70%, що відповідає відстані 100 мм від сопла до перешкоди.

Пояснити вплив величини віддалі між соплом та перешкодою на коефіцієнт гомогенізації можна наступним чином. За умови зміни положення перешкоди відносно сопла змінюється геометрія і об'єм парогазових порожнин. За відстані в 20 і 100 мм спостерігається найінтенсивніше утворення каверн малих розмірів і їхнє швидке сплескування одразу ж за перешкодою. За умови збільшення віддалі розмір каверн збільшується, а інтенсивність їхнього утворення зменшується, що веде до зменшення коефіцієнта гомогенізації.

Цікавими виявились результати щодо розчинення сухого молока в молоці за умови турбулентного та кавітаційного режимів перемішування. Результати експериментальних досліджень засвідчили суттєву інтенсифікацію процесу. Це можна пояснити тим, що кавітація сприяє прояву ряду ефектів пов'язаних із фізико-хімічними властивостями рідини. Відбувається турбулізація пограничного дифузійного шару рідини кавітаційними бульбашками, виникає висхідний та низхідний рух рідини біля поверхні твердої частинки, забирання насиченого приповерхневого шару рідини та доставка на поверхню свіжої рідини з низькою концентрацією. Виникають нестационарні аспекти масовіддачі, які, як відомо, характеризуються високими значеннями коефіцієнтів масовіддачі. Всі ці фактори створюють значні зсувні зусилля на поверхні твердої частинки, що призводить до зменшення величини дифузійного шару, збільшує його рухливість, забезпечує оновлення концентрацій.

Досліджено також, що температура на процес розчинення практично не впливає. Такі результати говорять про зовнішньо-дифузійну кінетику розчинення сухого молока, коли інтенсивність розчинення визначається швидкістю підведення свіжого реагенту до поверхні твердих частинок. Незначне зниження концентрації за температури проведення процесу 60°C порівняно з 45°C, пов'язане з тим, що за такої температури починається коагуляція сироваткових білків і, відповідно, розчинність зменшується.

Аналіз фізико-хімічної дії кавітації на рідкі середовища та можливостей застосування кавітації у технології казеїну стали передумовою досліджень щодо впливу кавітаційної активації води на якість промивання продукту. Отримані результати засвідчили, що суттєвий вплив на показники готового продукту має якість промивання казеїну, а попереднє кавітаційне оброблення води дає змогу підвищити якість, а відповідно і сортність казеїну. Також вивчено особливості кінетики промивання казеїну в лабораторних умовах і розраховано коефіцієнти дифузії, що дасть змогу прогнозувати перебіг процесу. Оскільки кислі стоки залишаються невирішеним питанням для підприємств молочної промисловості, було проведено дослідження зміни титрованої кислотності промивної води з часом. Встановлено, що за умови промивання водою, попередньо обробленою у кавітаційному пристрої, значення титрованої кислотності промивної води після кожного промивання є меншим порівняно з кислотністю водопровідної води.