

В.С. Артеменко, канд. техн. наук, проф.

О.В. Горбань, асп.

В.Г. Горбань, канд. техн. наук, доц.

М.Т. Малафасв, канд. фіз.-мат. наук, доц.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛКОВО-ЦУКРОВОЇ СУМІШІ З ФЕРМЕНТОВАНОЇ ЯЄЧНОЇ МАСИ

Досліджено реологічні властивості білково-цукрової суміші для бісквітного напівфабрикату, ферментованої протеолітичними ферментами – пепсином і трипсином.

Исследованы реологические свойства белково-сахарной смеси для бисквитного полуфабриката, ферментированной протеолитическими ферментами – пепсином и трипсином.

Reologichni properties are investigational albumen-saccharine mixtures for a biscuitine intermediate product, fermentovanoy by proteolitichnimi enzymes – pepsin and trypsinum.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Насичене та різноманітне повсякденне життя людини викликає перенапругу нервової системи. Хронічне недосипання, порушення режиму дня, відпочинку, харчування, та інтенсивне інформаційне навантаження можуть призвести до негативних наслідків для здоров'я. У подоланні виникнення таких ситуацій велику роль відіграє правильно організоване раціональне харчування. За таких умов актуальною є розробка продуктів харчування, багатих на білки в легкозасвоюваній формі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями, проведеними на кафедрі гігієни харчування та мікробіології, встановлено, що після обробки протеолітичними ферментами поліпшуються функціонально-технологічні властивості яєчного білка і бісквітного напівфабрикату на його основі [1].

Перспективним щодо цього є гідроліз білкової сировини з метою виробництва білкового гідролізату – продукту, що містить важливі біологічно активні сполуки – поліпептиди.

Мета та завдання статті. Метою досліджень, викладених у даній статті стало вивчення впливу протеолітичних ферментів пепсину та трипсину на реологічні властивості білково-цукрової суміші на основі яєчного білка.

Об'єктами дослідження були: білково-цукрова суміш (контрольний зразок) та білково-цукрова суміш, виготовлена з ферментованого пепсином і трипсином яєчного білка (дослідні зразки різних концентрацій).

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення реологічних властивостей дослідних зразків проводили на ротаційному віскозиметрі [3]. Віскозиметр дозволяє визначити основний реологічний параметр – ефективну в'язкість та її залежність від швидкості зсуву у дослідного зразка, що являє собою неньютонівську рідину.

Дана установка дозволяє вивчати залежність ефективної неньютонівської в'язкості харчових продуктів у широкому діапазоні швидкостей зсуву γ (до 4...6 порядків). Для зручності регулювання швидкості зсуву в установці введено електричний перемикач, що дозволяє одержувати 4 точки на порядок зміни швидкості (крок регулювання $\gamma_{i+1}/\gamma_i = \omega_{i+1}/\omega_i \approx \sqrt[4]{10} = 1,778$). Перемикач має 11 швидкостей, що дозволяє змінювати її на 2,5 порядки величини (≈ 320 разів). Разом із редуктором (500 разів) одержуємо інтервал регулювання швидкості зсуву до 5 порядків.

Набір вимірювальних робочих циліндрів із різними радіусами і висотами та із набором вимірювальних пружин створюють різні величини напружень і швидкостей зсуву. Напруга зсуву τ у робочих зазорах складає 0,1...800 Па, швидкості зсуву – 0,001...1000 с.

Обробку експериментальних даних проводили апроксимацією за моделями Ньютона або Освальда

$$\tau = K \gamma^n; \quad \mu = K \gamma^m, \quad (1)$$

де K – параметр консистенції, що чисельно рівний в'язкості при $\gamma = 1 \text{ с}^{-1}$, а показник n визначає кут нахилу кривій реограми в подвійних логарифмічних координатах, $m = n - 1$ кут нахилу кривій в'язкості. Залежності $\mu(\gamma)$ за моделлю Освальда на осях із логарифмічним масштабом зазвичай мають вигляд прямих. Для неньютонівської рідини показник $n = 1$, а $m = 0$.

На рисунках 1 і 2 наведено залежності в'язкості яєчно-цукрової суміші у прямому та у зворотному напрямках вимірів за умов введення в них ферментів у концентрації 0,1%.

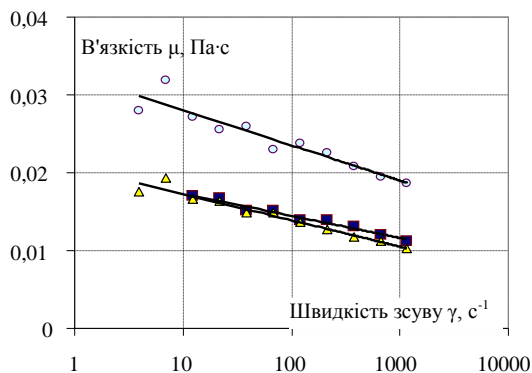


Рисунок 1 – Залежність в'язкості яєчно-цукрової суміші у прямому напрямі вимірів: ○ – білок+вода 1г; ■ – білок+трипсин; △ – білок+пепсин

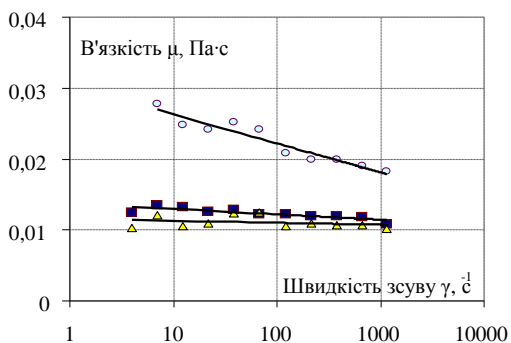


Рисунок 2 – Залежність в'язкості білково-цукрової суміші у зворотному напрямі вимірів: ○ – білок+вода 1г; ■ – білок+трипсин; △ – білок+пепсин

З графіків (рис. 1; 2) можна зробити висновок, що залежність в'язкості від швидкості зсуву для білково-цукрової суміші в логарифмічних координатах являє пряму лінію. Графіки свідчать, що в'язкість зменшилася на 40% відносно суміші з неферментованого білка на великих швидкостях зсуву, а на малих швидкостях – на 60%, тобто реологічна поведінка суміші стає майже ньютонівською.

Отримані графіки свідчать, що на великих швидкостях зсуву проходить інтенсивне перемішування суміші, та внаслідок цього відбувається більш активне ферментування, тому на зворотному

напрямі (рис. 2) відмічено зниження в'язкості, вона стає майже ньютонівською для ферментованих зразків, що пов'язане з гідролізом макромолекул білка до поліпептидів. Це буде сприяти формуванню більш тонкостінної пористості випеченого бісквіта і підвищенню його вологості [2].

Ферментація пепсином призводить до більшого зниження в'язкості та швидшого руйнування яєчно-цукрової суміші на високих швидкостях зсуву. Враховуючи, що рН білка яєць дорівнює 7,6...7,9 [2], що відповідає оптимуму дії трипсину (рН 7,0...9,0), то для подальших досліджень обрано протеолітичний фермент – трипсин.

На далі було визначено вплив різних концентрацій трипсину на реологічні властивості білково-цукрової суміші (рис. 3).

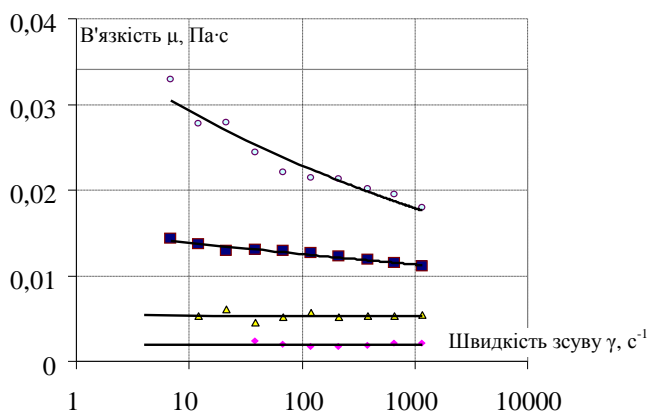


Рисунок 3 – Залежність в'язкості білково-цукрової суміші з різними концентраціями трипсину у зворотному напрямі вимірів:

○ – 0%; ■ – 0,05%; ▲ – 0,1%; ◆ – 0,15%

Дані в'язкості білково-цукрової суміші з різними концентраціями трипсину (рис. 3) свідчать, що з підвищенням концентрації ферменту (від 0,05 до 0,15%) в'язкість суміші значно зменшується відносно до суміші з неферментованого білка. Для концентрацій ферменту $C=0,1\%$ поведінка суміші стає ньютонівською. Для концентрацій ферменту більших за 0,1% – в'язкість помітно спадає, що вже менш оптимально для майбутнього бісквітного тіста.

На рис. 4 наведено залежності параметру консистенції K , що пропорційний в'язкості систем білково-цукрової суміші від концентрації ферменту трипсину при швидкостях зсуву. Бачимо експоненційне зменшення параметру консистенції K із зростанням концентрації трипсину.

Причому для свіжих яєць спочатку в'язкість більша, ніж для яєць після зберігання, але вона швидше зменшується з уведенням трипсину. Це можна пояснити зміною рН білка яєць під час зберігання та активацією речовини, яка знаходиться у білку яєць та за структурою схожа з овомукоїдом, (овоінгібітор) і може подавляти дію протеолітичних ферментів [2]. Це послаблює дію ферментів, тому в'язкість системи з введенням трипсину зменшується більш повільно.

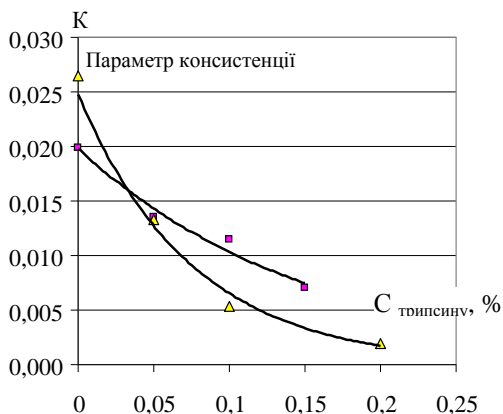


Рисунок 4 – Залежність параметра консистенції білково-цукрової суміші від концентрації трипсину для свіжих яєць та яєць після зберігання:
 ▲ – свіжі яйця; ■ – яйця після зберігання

Висновки. На основі проведених досліджень можна надати рекомендації щодо проведення ферментативного гідролізу білково-цукрової суміші під час приготування бісквітного напівфабрикату ми визначили, що оптимальна концентрація трипсину дорівнює 0,1%.

Список літератури

1. Артеменко В. С. Технологія виробництва бісквітного тіста на основі ферментованої яєчної маси / В. С. Артеменко, В. Г. Горбань, О. В. Горбань // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., – 2010. – Вип. 2 (12). – С. 307–310.
2. Главный фермерский портал – Все о бизнесе в сельском хозяйстве. Форум фермеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://fermer.ru>>.
3. Малафаев М. Т. Широкодиапазонный ротационный вискозиметр / М. Т. Малафаев, М. І. Погожих // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., – 2007. – Вип. 2 (6). – С. 87–95.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© В.С. Артеменко, О.В. Горбань, В.Г. Горбань, М.Т. Малафаев, 2012.