

Клименко М.М., д-р техн. наук, проф., Будник Н.В., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ КІСТКОВОЇ ПАСТИ

Досліджена можливість використання обертального електромагнітного поля з феромагнітними елементами в технології виробництва кісткової харчової паст.

Ключові слова: кісткова паста, електромагнітне поле, ступінь дисперсності, кальцій, фосфор, електронограма.

Вступ. Останнім часом достатньо актуальною стала проблема дефіциту кальцію в добовому раціоні людини. Це обумовлено, перш за все, надмірним вмістом фосфору в більшості харчових продуктів, зокрема м'ясних, а також широким використанням фосфатів в технології переробки харчової сировини. Забезпеченість кальцієм визначається не стільки абсолютною його кількістю в організмі, скільки співвідношенням з іншими нутрієнтами: білками, жирами, вуглеводами, мінеральними речовинами, і в першу чергу, з фосфором. Зниження концентрації іонізованого кальцію може бути обумовлене зв'язуванням його неорганічним фосфором при підвищенні концентрації останнього в плазмі крові. Іншою причиною є зменшення всмоктування кальцію в шлунково-кишковому тракті за рахунок утворення гідроксилапатиту та інших фосфорнокислих солей кальцію, розчинність яких не здатні підвищувати навіть жовчні кислоти. Якщо кількість фосфору перевищує більше ніж в 2 рази вміст кальцію, то в кістках утворюються нерозчинні солі, які вимиваючись кров'ю, руйнують цілісність кровоносних судин, а також тканин нирок. [1, 2, 3].

Серйозне занепокоєння можливими наслідками незбалансованого надходження кальцію та фосфору в раціон сучасної людини відображене в роботах В.Б. Спиричева і М.С. Белаковського [4]. Автори підкреслюють, що результати багатьох експериментальних досліджень, клінічних та епідеміологічних спостережень викликають сумнів щодо безпечності надлишкового вживання фосфору для людини. Високий вміст цього елемента призводить до гіперфосфатемії, розвитку остеопорозу, кальцинозу аорти та нирок, гіпокальцемії. При недостатньому надходженні кальцію організм людини змушений вивільняти його з своїх резервів (кісток та зубів), але там він міститься не в іонній формі і тому ступінь засвоєння такого кальцію досить низький. Незасвоєний кальцій виводиться з організму або осідає в нирках та жовчному міхурі, утворюючи каміння. Медики довели, що деякі види ниркового каміння складаються саме з кальцію кісток, а не з кальцію, що надійшов із зовні.

© Клименко М.М., Будник Н.В., 2007

139

Аналіз співвідношення фосфору і кальцію в основних харчових продуктах, які входять в збалансований добовий раціон, з врахуванням даних таблиць "Химического состава пищевых продуктов" під ред. І.М. Скурихіна і М.Ф. Нестеріна [5] і довідникових таблиць "Химический состав блюд и кулинарных изделий" під ред. І.М. Скурихіна і М.Н. Волгарева [6], показує необхідність корегування харчового раціону в бік збагачення його овочами, фруктами, молочними продуктами, що дозволить знизити надмірне надходження фосфору і збільшити вміст кальцію.

В той же час в роботі [6] відмічається, що обмежене вживання фосфору для досягнення співвідношення Са / Р 1:1 шляхом підбору традиційних продуктів практично неможливе, адже жири і клітковина уповільнюють всмоктування кальцію, дієти та голодування призводять до його втрати. І взагалі лише 20-30 % кальцію, отриманого з їжею, засвоюється організмом, інший виводиться природним шляхом.

На нашу думку, вирішити цю проблему можна введенням в раціон харчування продуктів профілактичного призначення, збагачених органічним кальцієм, джерелом якого можуть слугувати різноманітні продукти переробки харчової кістки. Саме в харчовій кістці співвідношення Са і Р (2:1) найбільш сприятливе для організму людини.

Матеріал і методи. У зв'язку з викладеним, метою нашої роботи було розроблення технології виготовлення кісткової пасты та дослідження впливу різних способів подрібнення розвареної кістки на ступінь дисперсності пасты.

Особливості морфологічного складу кісток, їх структурно – механічні характеристики та переважаюча кількість нерозчинного білка колагену, потребують вибору таких способів їх обробки, які б забезпечили видалення необхідних компонентів з кісткової сировини. Одним із напрямів розв'язання цієї проблеми є отримання пасты із кісток шляхом їх термічної обробки та подрібнення. Теплова обробка кісток в автоклаві під тиском дає можливість зруйнувати міцну структуру кісток і в результаті подрібнення отримати пастоподібний продукт.

Технологічний процес виготовлення кісткової пасты передбачає отримання свіжих (курських та свинячих) кісток після обвалювання, подрібнення сировини до розмірів 10-15см, гідротермічний гідроліз в автоклаві під тиском 0,15- 0,19МПа протягом 120-210 хв. залежно від виду кісток, відокремлення жиру та бульйону, подрібнення розварених кісток в обертальному електромагнітному полі з феромагнітними елементами, покритими харчовим полімерним матеріалом протягом 0,5-1хв. при напруженості поля $20 \cdot 10^4$ Ам/м.

Для зменшення тривалості теплової обробки гідротермічний гідроліз кісткової маси проводиться при гідромодулі 1:1. Для досягнення необхідних структурно – механічних показників пасты, під час обробки її в електромагнітному полі додається певна кількість бульйону.

Розробляючи технологію виготовлення кісткової пасты, ми розглядали різні способи подрібнення розварених кісток: в електромагнітному полі з вихровим шаром феромагнітних елементів та в звичайних машинах для тонкого

подрібнення. Визначальним показником при виборі кращого способу був ступінь дисперсності пасти. Дисперсність є найважливішим критерієм, що характеризує якість гомогенізації матеріалу, і в кінцевому рахунку якість готового продукту в цілому. Цей показник пов'язаний з функціональними властивостями (здатністю білків до взаємодії з водою, пластичністю, в'язкістю, пружністю та ін.), а головне він характеризує ступінь засвоєння даного продукту в організмі людини. Тому нашим головним завданням було визначення та порівняння ступеня дисперсності пасти, подрібненої на різних устаткуваннях. Для визначення дисперсності використовувалося декілька методів (седиментація, підрахунок кількості частинок в камері Горяєва, електронна мікроскопія), але найбільш точним виявилось електронне мікроскопіювання.

Дослідження структури кісткової пасти проводили за допомогою трансмісійного електронного мікроскопа ЕМВ-100Л з прискорюючою напругою 75 Кв і електронно – оптичним збільшенням 2500. Отримані електронограми (рис.1-2) мають загальне збільшення $\times 3800$. Приготування препаратів для електронно – мікроскопічного дослідження проводили за оригінальною методикою двоступеневих реплік [7]. Передусім готували суспензію з водою – спиртового розчину та досліджуваної пасти. Суспензію диспергували до отримання однорідної маси, після чого за допомогою піпетки наносили на предметне скло і готували препарат «роздавлена крапля». Для отримання первинного відбитку та фіксації препарату використовували плівку з нітроклітковини, яку для розм'якшення попередньо обробляли в ацетоні, після чого наносили на препарат «роздавлена крапля». Поверхню плівки підсушували протягом 3-4 годин до повного її затвердіння. Потім її відокремлювали від предметного скла. Отриману фіксовану плівку розміщували в установці вакуумного напилювання ВУП- 4 та напиляли шар вуглецю у вигляді тонкої плівки за стандартною методикою [7]. Після вуглецевого напилення препарат вилучали з установки. Далі проводили обробку ацетоном таким чином, щоб залишилася лише вуглецева плівка, яку потім переносили в чашку Петрі з дистильованою водою, де вона за рахунок поверхневого натягу розправлялася і її можна було вилучити. Отриманий препарат поміщали на опорну сітку для спостереження в електронному мікроскопі.

Результати досліджень. Аналізуючи електронограми (рис.1-2), можна оцінити розмір кісткових частинок, їх форму, щільність та рівномірність розташування по площині. Відповідно за допомогою розрахунків можна визначити співвідношення розмірів компонентів досліджуваної системи у відсотках.

На електронограмі (рис. 1) зображена кісткова паста, подрібнена на звичайному пристрої для тонкого подрібнення. З даних зображення видно, що частинки кісткової пасти мають округлу та продовгувату форму без загострень на кінцях, структура пасти розрихлена, частинки подекуди злипаються між собою. На електронограмі (рис. 2) показана паста, отримана в електромагнітному полі. Вона відрізняється від попередніх зразків більш

однорідною структурою з рівномірно розміщеними частинками, які мають менші розміри. На завершальному етапі досліджень ми виконали підрахунок розмірів частинок кісткової пасти, розглядаючи кожен зразок пасти в 10-15 полях зору. Порівняльна характеристика їх розподілу наведена на рисунку 3.

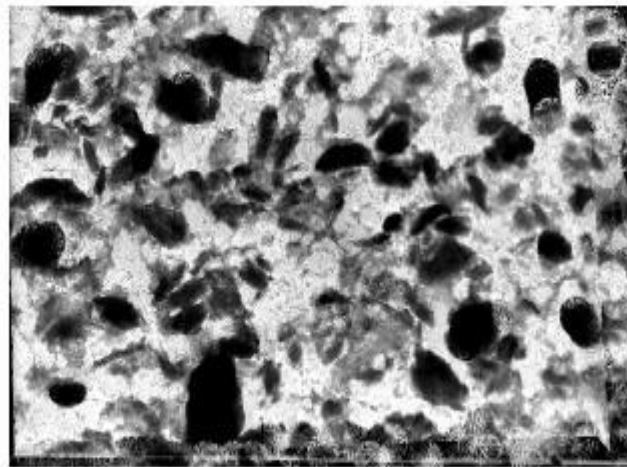


Рис. 1. Електроннограма кісткової пасти, подрібненої традиційним способом х3800

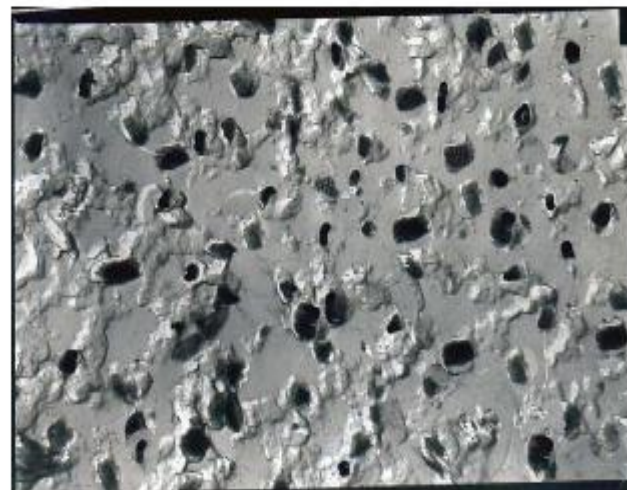


Рис. 2. Електроннограма кісткової пасти, подрібненої в електромагнітному полі х3800

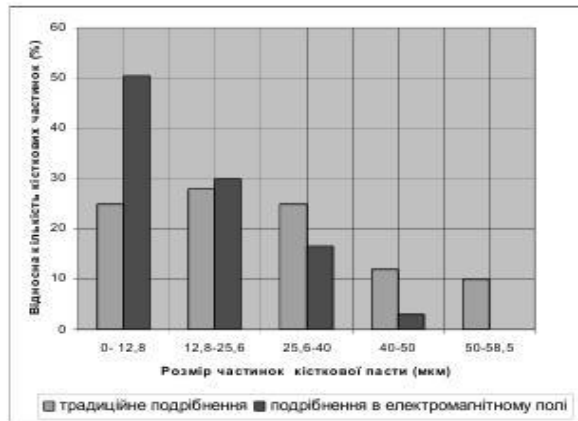


Рис. 3. Дисперсність кісткової пасти

Слід зазначити, що за рекомендаціями попередніх дослідників [8], для збагачення харчових продуктів треба використовувати добавки з розміром частинок 5...50 мкм та вмістом цієї фракції 75-80%. За результатами досліджень обидва зразки пасти відповідають цим вимогам, але паста, отримана з використанням електромагнітного поля, має на 10% більше частинок з розміром 5...50мкм. Це пов'язано з тим, що апарати з вихровим шаром феромагнітних частинок, утвореним електромагнітним полем мають ряд особливостей. Диспергування в цих апаратах супроводжується дією високочастотних ударних навантажень у точці удару. Навіть при невеликих швидкостях стикання феромагнітних елементів та частинок дисперсного середовища розвиваються великі зусилля, які призводять до руйнування частинок між двома циліндричними поверхнями феромагнітних елементів.

Висновки. Результати досліджень підтвердили можливість використання електромагнітного поля в технології виготовлення кісткової пасти.

Кісткова паста, виготовлена з використанням електромагнітного поля, має вищий ступінь дисперсності порівняно з традиційним способом подрібнення. Подрібнена в електромагнітному полі паста містить приблизно 98% частинок розміром до 50 мкм, що сприяє кращому її засвоєнню в організмі людини.

Література

1. "Гигиена питания" / Под ред. К.С.Петровского. — М.: Медицина, 1971. — С. 185.
2. Гигиена харчування./ Під редакцією В.І.Ципріяна. — К.: Здоров'я, 1999. — С. 91.

3. Пищевая химия. /Под ред. А.П. Нечаева. —СПб.: ГИОРД, 2001. —С. 221.
4. Спиричев В.Б., Белаковский М.С. Фосфор в рационе современного человека и возможные последствия не сбалансированного с кальцием потребления. // Вопросы питания.—1989.—№1.—С.4-9.
5. "Химический состав пищевых продуктов" /Под ред. И.М. Скурихина, М.Ф. Нестерина. —М.: Пищевая промышленность, 1979. —247 с.
6. "Химический состав блюд и кулинарных изделий" /Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. —М., 1994
7. Шиммель Г. Методика электронной микроскопии. М.: Мир, 1972.-300с.
8. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномоделирующего ирадиозащитного действия/ Р.Ю.Павлюк, А.И.Черевко, В.В. Погарская.-Х.-К.: Харьковская академия общественного питания, 2002. – 205с.

Summary

The opportunity of use of rotary electromagnetic field with ferromagnetic elements in bone food paste production technology is investigated.

Стаття надійшла до редакції 05.03.2007 р.