

УДК 519.876.5:[620.178.32:664:665.937]

*ЧЕРЕВКО О.І., ГОЛОВКО М.П., ПОЛЕВИЧ В.В.*

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДИНАМІКИ НАПРУЖЕННЯ ЗСУВУ ХАРЧОВОЇ КІСТКИ ПРИ ГІДРОТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ

Проведене математичне моделювання динаміки зміни напруження зсуву харчової кістки при її гідротермічній обробці за умов надлишкового тиску. Вперше запропонована теоретична модель процесу динаміки напруження зсуву  $S_{zc}$  тканини кістки, яка розпушена під час гідротермічної обробки. На основі розробленої моделі отримано рівняння регресії  $S_{zc}(t)$ , яке з надійністю  $\geq 96\%$  узгоджується з експериментом.

Проблема забезпечення раціону харчування населення України біоорганічними сполуками кальцію і попередження цілої низки кальцій-залежних станів: остеопороз, остеохондроз, нервові розлади та інші – актуальне питання сьогодення. Існує досить обмежене коло джерел біоорганічних сполук кальцію. Єдиним традиційним джерелом біоорганічного кальцію у раціоні харчування споживачів є молоко та молочні продукти. На жаль рівень споживання цих продуктів не задовольняє потреб сучасного українця.

Альтернативним джерелом біоорганічних сполук кальцію виступає харчова кістка забійної худоби за ГОСТ-16147. Вона багата білком, жиром та унікальним за складом мінеральним залишком. Традиційно кістку використовують для виробництва желатину, отримання кісткового жиру з високим вмістом поліненасичених жирних кислот. Перешкодою на шляху повного використання харчового потенціалу кістки є її показники міцності.

Існують різні підходи до технології переробки кістки: гідротермічний гідроліз, обробка кислотами та лугами. Дві останні технології дозволяють отримати білкову фракцію, але ускладнюють використання мінерального залишку, оскільки руйнують зв'язки між білком та мінералами. Зміни показників міцності кістки при тривалій дії високих температур (понад  $100^{\circ}\text{C}$ ) за умов використання автоклавів є наслідком дії низки фізико-хімічних процесів, які одночасно відбуваються у кістковій тканині та являють собою складний багатофакторний комплекс. Це зумовлено складністю структури і хімічного складу кістки, внаслідок чого у цих процесах може приймати участь значна кількість компонентів з досить різноманітними властивостями. Наявність значної кількості процесів хімічних перетворень у кістці, яка тривалий час нагрівається, знаходить відображення у кінетиці її показників міцності.

Губчата речовина, із якої складається кістка, має пористу, але міцну, структуру. Основу цієї структури становлять кісткові пластинки, які розташовані за законами механіки в певній просторовій конфігурації, що і забезпечує їй високі механічні властивості. Клітини кісткової тканини -остеоцити оточені колагеновими волокнами, які щільно спаковані. Вважаючи, що колагенові волокна несуть основну

відповідальність за збереження просторової, стійкої до деформацій, конфігурації тканини кістки, дослідимо вплив термічної обробки на її механічні властивості.

Термічна обробка призводить до загального розпушування колагенової структури, руйнації просторової форми. У результаті кісткова тканина втрачає механічну міцність. Загальне дослідження біохімічного механізму процесу через багатовимірність та корельованість факторів, які визначають механічні властивості кістки, проблематично. Більше того, процес є багатоетапним, кожний з етапів має якісні особливості (спочатку відбувається скорочення волокон, надалі – денатурація колагену, тощо). Виникає практична необхідність побудувати наближену теоретичну модель, яка б адекватно описувала механічні властивості тканини кістки. Припустимо, що в наближеній теоретичній моделі основні параметри, які представляють практичний інтерес, залежать тільки від часу  $t$  термічного впливу на тканину кістки.

Будемо вважати, що зміна концентрації  $C$  речовини, яка піддається термічній обробці, може бути промодельована наступним диференціальним рівнянням:

$$\frac{dC}{dt} = -k(t) C^n. \quad (1)$$

При  $n = 1$ ,  $k(t) = const$  ( не залежить від часу  $t$  ) процес було досліджено в працях ( М.І. Беляєв, О.І. Черевко) [1,2].

Загальний розв'язок диференціального рівняння за умови, що при  $t = t_0$   $C = C_0$ ,  $n \neq 1$  має наступний вигляд:

$$C^{1-n}(t) = C_0^{1-n} + (n-1) \int_{t_0}^t k(x) dx. \quad (2)$$

Процес термічної денатурації колагену, зокрема, відносна щільність його структури  $q(t)$ , яка безпосередньо впливає на механічні властивості кістки (М.І. Беляєв, О.І. Черевко Г.В. Дейниченко) [1-3], також підпорядковується диференціальному рівнянню типу (1). При дослідженні можливої форми зв'язку між параметрами процесу, зокрема визначенні  $k(t)$ , необхідно враховувати наступну обставину: процес має характер насичення. Тобто існує таке  $t = t_{нас}$ , коли при  $t \geq t_{нас}$  швидкість термічної денатурації колагену буде нескінченно малою величиною. Степенева та поліноміальна форми зв'язку між чинниками найбільш ефективні для розв'язання інтерполяційних задач, але їх асимптотична поведінка не відображає адекватно динаміку процесу термічної денатурації колагену.

Враховуючи викладене вище, для регресійної залежності напруження зсуву  $S_{zc}$  від часу термічної обробки  $t$  отримаємо:

$$S_{zc}^{-1}(t) = a + bt + ce^t. \quad (3)$$

Параметри регресії  $a$ ,  $b$ ,  $c$  мають безпосередній зв'язок із величинами, які одержані експериментально:

$$a^{-1} \approx S_{zc}^{\max}; \quad a + bt_{нас} + ce^{t_{нас}} \approx \left( S_{zc}^{\min} \right)^{-1},$$

де  $S_{zc}^{\min}$  – найменше і  $S_{zc}^{\max}$  – найбільше напруження зсуву;

$t_{нас} \approx 5 \div 7$  – час насичення.

Функція регресії з надійністю не менше ніж 96% відображає статистичну залежність напруження зсуву  $s_{zc}$  від часу  $t$  в інтервалі

$$0 \leq t \leq t_{нас} \quad (\text{рис. 1})$$

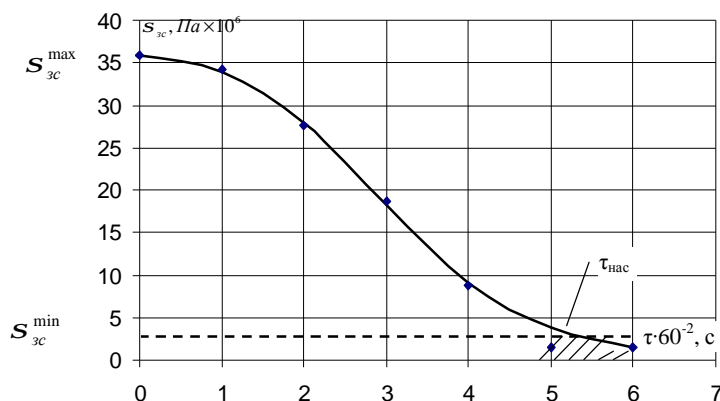


Рис. 1. Залежність напруження зсуву харчової кістки від часу гідротермічної обробки

**Висновок.** Вперше запропонована теоретична модель процесу динаміки напруження зсуву  $s_{zc}$  тканини кістки, яка розпушена під час гідротермічної обробки. На основі моделі отримано рівняння регресії  $s_{zc}(t)$ , яке з надійністю  $\geq 96\%$  узгоджується з експериментом. Параметри регресії статистично значущі і мають практичну інтерпретацію.

**Список літератури:** 1. *Беляев М.И., Пахомов П.Л.* Теоретические основы комбинированных способов тепловой обработки пищевых продуктов: Монография /Харьковский институт общественного питания. – Харьков, 1991. – 160 с. 2. *Черевко О.И.* Наукові основи та апаратне забезпечення безвідходної переробки кісткової сировини в продукти харчування. //Автореф. докт. диск. Одеса – 1997. – 32 с. 3. *Дейниченко Г.В., Простаков О.О. Дуб В.В.* Удосконалення процесів переробки м'ясної сировини в підприємствах харчування: [Моногр.] / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х.: Студцентр, 2003. – 349 с.

Поступила в редколлегию 20.03.08г.

УДК 664.871:664.324

**І.В. ЧОНІ**, канд. техн. наук

## **СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ СОУСІВ НА ЕМУЛЬСІЙНІЙ ОСНОВІ З БОРОШНОМ ГРЕЧАНОЇ КРУПИ**

В результаті наукових досліджень запропоновано нову технологію виробництва соусів на емульсійній основі з борошном гречаної крупи.

Технологічний процес повинен бути науково обґрунтованим, прогнозованим і забезпечувати відповідні показники якості готової продукції.

В ресторанному господарстві та харчовій промисловості серед різноманітного асортименту харчових продуктів знаходять місце і соуси, в тому числі на

емульсійній основі, так звані майонези. Використання у складі таких соусів борошна круп дає змогу застосовувати у складі емульсій емульгатори та стабілізатори природного походження. Нами вперше була розроблена та ретельно вивчена рецептура та технологія соусу з борошном злакових, а саме гречаної крупи. В результаті дослідження емульсій нами встановлено, що кращі характеристики мають емульсії до складу яких входять саме некрохмальні полісахариди які є природним емульгаторами та стабілізаторами в даному випадку це борошно гречаної крупи. Тому використання борошна гречаної крупи для виробництва соусів на емульсійній основі є питання досить актуальне [1].

Полісахаридний склад борошна гречаної крупи свідчить про широкі можливості його використання при виробництві продуктів харчування лікувального призначення. Враховуючи високу емульгуючу здатність полісахаридів борошна гречаної крупи вчені Полтавського університету споживчої кооперації України провівши наукові дослідження вважають за доцільне запропонувати його при виробництві харчової продукції з емульсійною структурою.

Дослідження умов одержання борошна гречаної крупи (рис. 1) показало, що найбільш раціональним є одноразовий помел за  $180-190 \text{ с}^{-1}$ . За таких умов з подальшим використанням борошна у складі стабілізуючої основи спостерігаються відповідні характеристики систем: висока в'язкість стабілізуючої основи за умов більш низької її концентрації, забезпечення стабільності модельних емульсій.

В результаті досліджень на етапі приготування стабілізуючої основи обґрунтовано наступну послідовність технологічного процесу.

Задачею запропонованого технологічного рішення постає створення продукту споживання, який має більший термін зберігання, найкращі смакові та лікувальні властивості, технологія виготовлення якого значно простіша тієї котра існує на теперішній час.

Дослідження модельних емульсій з використанням стабілізуючої основи (визначення емульгуючої ємкості, стійкості, органолептичних показників) залежно від різних чинників (концентрації борошна, умов тримання емульгуючо-стабілізуючої основи) дозволили встановити оптимальні співвідношення борошна та води 1:8...1:9. Доведено, що такий гідромодуль забезпечує отримання стійких емульсій з вмістом олії 30, 45, 67% з органолептичними та структурно-механічними показниками, які відповідають вимогам до даної групи продукції.

Таким чином виходячи з результатів досліджень модельних систем на етапі приготування стабілізуючої основи обґрунтовано наступну послідовність технологічного процесу [2].

Гречане борошно просіюють змішують з молоком сухим знежиреним, додають рідку основу, фільтрований розчин солі кухонної, цукру-піску. Отриману рецептурну суміш перемішують, заварюють до одержання пастоподібної маси і не охолоджуючи, піддають поступовому емульгуванню рафінованою дезодорованою олією, додають оцтову кислоту, суху цибулю та кріп. Одержану таким чином емульсію гомогенізують.

Додавання сухого знежиреного молока забезпечує більшою мірою відповідні органолептичні показники та меншою мірою розглядається як функціональний компонент, який сприяє протіканню процесу емульгування.

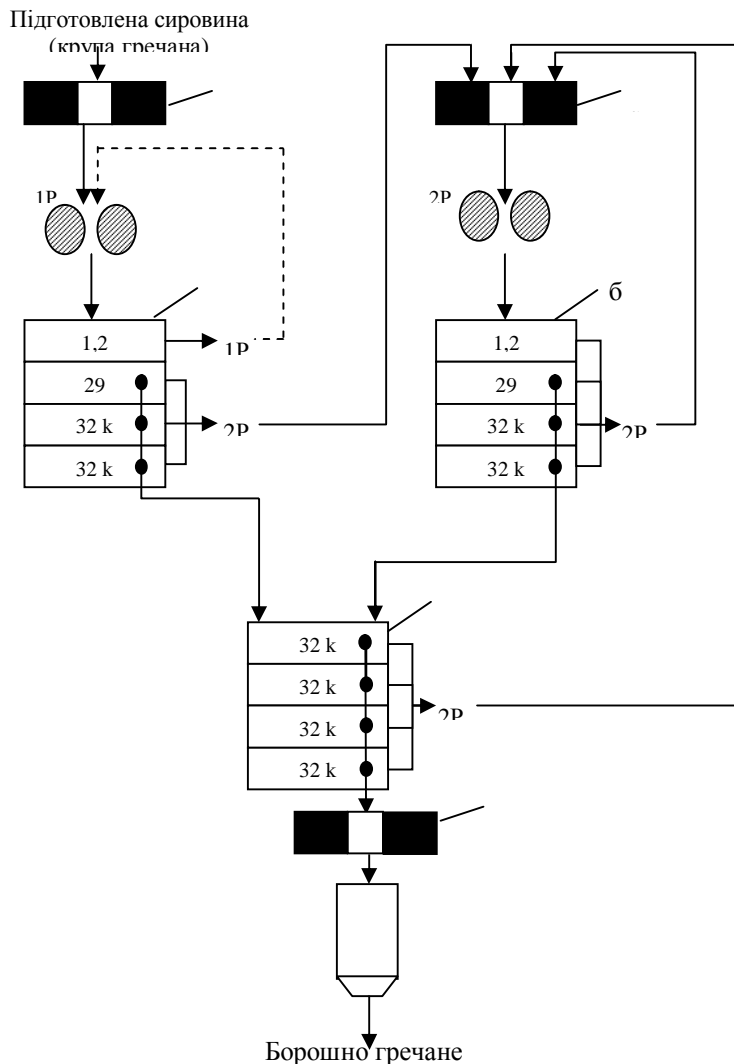


Рис. 1. Схема отримання борошна з гречаної крупи: 1 РС – перша розмелювальна система, число рифлів на 1 см 8...10, нахил – 6...8 %; 2 РС – друга розмелювальна система, число рифлів на 1 см 10...12, нахил 8...10%: а – магнітне очищення; б – пакет сит

На стадії підготовки стабілізаційної основи передбачена теплова обробка суміші, а саме нагрівання до температури 95...99°C протягом (6...11)×60с з періодичним перемішуванням. Така обробка насамперед сприяє формуванню функціонально-технологічних властивостей основи за рахунок змін окремих компонентів рецептурної суміші (клейстеризації крохмалю, переводу протопектину у пектин, денатурації білків), дозволяє підвищити мікробіологічну безпеку готової продукції.

Дані перетворення супроводжуються насамперед утворенням однорідної системи, яка характеризується певними в'язкісними (стабілізуючими) характеристиками. Окрім того такі технологічні режими забезпечують ефект пастеризації та позитивно впливають на мікробіологічний фон готової продукції. Подальша підготовка стабілізуючої основи передбачає її охолодження до температури 78...90°C.

Стабілізуюча основа характеризується однорідною пастоподібною консистенцією. Залежно від виду соусу до складу рецептурної суміші можливе додавання інших компонентів, які обумовлюють формування асортименту, але істотно не впливають на функціонально-технологічні властивості стабілізуючої основи. На наступному етапі до стабілізуючої основи додають олію рафіновану дезодоровану за умови безперервного перемішування зі швидкістю обертання (1500...1800)×60с<sup>-1</sup> [3].

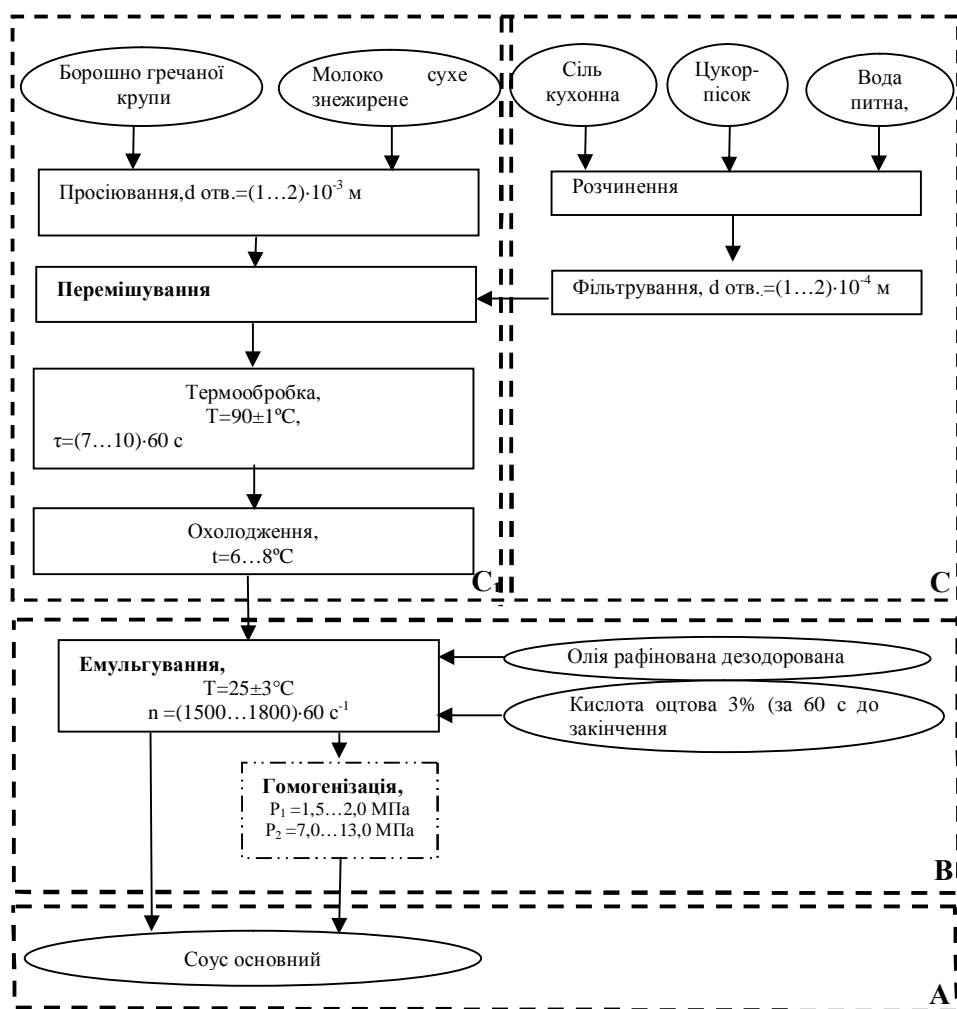
Відомо, що емульгуюча здатність системи безпосередньо залежить від температури емульгування (температури компонентів рецептурної суміші).

Експериментально встановлено, що оптимальна температура олії під час емульгування є 25...35°C. Перед закінченням процесу вводять оцет столовий. Формування асортименту соусів складається за умов внесення додаткових компонентів, які впливають в першу чергу на органолептичні показники готової продукції (наприклад: сухий часник, розмарин тощо).

Під час відпрацювання рецептур встановлено, що кількість смакових добавок повинна бути в межах 1,7...2% від маси, внесення добавок у більшій кількості призводить до зміни смаку, появи нехарактерного кольору, зміни консистенції соусів (поява неспецифічної «рихлості», що обумовлено ступенем дисперсності та концентрацією добавок).

Гомогенізацію доцільно передбачити при промисловому виробництві соусів тривалого зберігання. Режими гомогенізації повинні бути відпрацьовані залежно від конкретного виду устаткування, але загальні класичні рекомендації передбачають такі режими:  $P_1=1,5...2,0$  МПа,  $P_2 = 7,0...13,0$  МПа.

Проведені дослідження дозволили розробити і обґрунтувати технологічну схему (рис. 2) та умови виробництва соусів на емульсійній основі з борошном гречаної крупи [4].



Примітка:    – дана операція використовується при виробництві соусів тривалого зберігання

Рис. 2. Технологічна схема виробництва соусів з борошном гречаної крупи: А,В,С<sub>1</sub>,С<sub>2</sub>– підсистеми

Розроблені нами нові технології значно скорочують терміни приготування запропонованого нами соусу.

Виготовлені соуси мали хороші органолептичні показники, рН 4,0-4,7, стійкість емульсії становила 100%, калорійність в межах 375...550 (проти 627 ккал) в традиційному майонезі промислового виробництва, характерну консистенцію, колір, смак, запах.

Проведені дослідження дозволили нам одержати раніше невідомий результат, який полягає в можливості збільшення терміну зберігання продукту, досягнути найкращих смакових особливостей, і значно спростити технологію приготування соусу, який зокрема має лікувально-профілактичний вплив на здоров'я людини.

Склад соусів на емульсійній основі з борошном гречаної крупи, технологія його виготовлення та смакові властивості неодноразово підтверджувались при приготуванні їжі.

Отримано деклараційні патенти на винаходи №13461 від 17.04.2006 та № 13464 від 17.04.2006 Бюлетень №4.

**Список літератури:** 1. *Большакова В.А.* Технологія паст емульсійного типу з використанням зернобобової сировини: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Харківська державна академія технології та організації харчування. – Харків, 2001 – 20 с. 2. *Унатова О.І.* Удосконалення технології виробництва соусів емульсійного типу: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Харківська державна академія технології та організації харчування. – Харків, 1999 – 17 с. 3. *Субачева Е.Н.* Особенности технологических свойств некрахмалистых полисахаридов овсяной и перловой круп: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Московского ордена красного знамени институт народного хозяйства им. Г.В.Плеханова. – Москва, 1990 – 24с. 4. *Паносян И.И.* Состав клеточных стенок и технологические свойства некоторых круп: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.16/ Московского ордена красного знамени институт народного хозяйства им. Г.В.Плеханова. – Москва, 1982 – 22с.

*Поступила в редколлегию 25.03.2008*

УДК 644:514

**ТРОЦІЙ Т.В.** канд. техн. наук, **ПИВОВАРОВ П.П.** докт. техн. наук, проф.  
**БОТШТЕЙН Б.Б.**

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ СНІДАНКІВ СУХИХ ХРУСТКИХ**

В роботі розглянуто перспективи та шляхи розширення асортименту сухих сніданків. Запропоновано технологію сухих хрустких сніданків підвищеної харчової цінності, збагачених плодово-ягідним пюре.

Загальновідомий факт, що цивілізація внесла в сучасне життя безліч корективів. Протягом останніх п'ятдесяти років наука і створена нею технологія змінили світ в значно більшій степені, ніж за весь попередній період існування людства з моменту заняття землеробством. Однак до найбільш розповсюджених продуктів харчування, що споживаються щодня і повсюдно всіма групами населення нашої країни, все ж відносяться харчові продукти, отримані на основі