Література

1. Лебедєв І.М. До питання створення нової конструкції рибоочистки для підприємств громадського харчування. /Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіки. – Тез. доп. міжнар. науково-техн. конф. м. Донецьк: ДонДУЕТ, 2003. – с. 59-64.
2. ГОСТ 17770-72 Машины ручные. – Введ. 01.01.1972. – М.: Изд-во стандартов, 1980 – 4 с.
3. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.01.90 – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 29 с.
4. ГОСТ 12.4.094-80 ССБТ. Вибрация. Динамические характеристики тела человека при воздействии вибрации. Методы определения. – Введ. 01.01.1981. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 9 с.
5. Калинина В.М. Техническое оснащение и охрана труда в общественном питании – М.: Мастерство, 2001. – 432 с.

УДК 637.513.4

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОАБРАЗИВНОГО РІЗАННЯ ЗАМОРОЖЕНОГО М'ЯСА

Погребняк А.В., канд.техн.наук, Пономаренко Е.В.
Донецький національний університет економіки і торгівлі
ім. М. Туган – Барановського

Робота присвячена підвищенню ефективності процесу гідрорізання м'яса, яке має низьку температуру, за рахунок використання солі як абразивного матеріалу.

Ключові слова: гідрорізання, заморожене м'ясо, глибина різу, водосольовий метод, абразив.

Для різання м'яса використовують різноманітні засоби та обладнання. Ріжучими органами цього устаткування є ротори, гільйотинні, дискові ножі, пилки або струни. Проте ці методи та обладнання мають певні суттєві недоліки: небезпека при обслуговуванні обладнання; втрати продукту через налипанняй його на ріжучий орган; велика ширина різу, і, як наслідок, значні втрати харчового продукту; швидке затуплення і необхідність перезаточування робочого органу, що спричиняє значне підвищення часу технічного обслуговування; низький ступінь санітарної безпеки; непереборні труднощі під час розрізання харчових продуктів, що мають температуру нижче –10 ºС та ін.

У наш час приділяють велику увагу питанням створення ефективних засобів різання харчових продуктів глибокого заморожування. Ефективність процесу різання харчових продуктів визначається знаходженням раціональних та оптимальних параметрів устаткування, режиму та способів різання. Одним із рішень цієї проблеми є використання устаткування для гідроабразивного різання харчових продуктів.

Основне завдання поданої статті – створення та вибір такого раціонального способу гідроабразивного різання харчових продуктів (у нашому випадку м´яса глибокого заморожування), в якому буде здійснюватися підвищення ефективності та інтенсифікація процесу різання завдяки наявності у воді абразивних домішок, при чому абразивний матеріал повинен бути допустимим з огляду санітарних норм харчової промисловості.

Для різання різних матеріалів, у тому числі і харчових продуктів, використовують енергію високонапірного струменя рідини – гідрорізання [1,2]. Це дає можливість автоматизувати процес різання, відпадає необхідність в застосуванні механічного різального інструменту, знижуються відходи продукту, пов'язані з недосконалістю механічного різального інструменту, знижується шум, підвищується якість різання, цей спосіб різання дає можливість розділяти продукти певного розміру і форми [2].

Процес гідрорізання, де у ролі різального інструменту виступає тонкий високошвидкістний струмінь рідини, відрізняється від традиційних механічних методів розрізання продуктів харчування. Рух струменя в повітрі при тиску витікання понад 50 МПа відбувається з близькою до звукової або надзвукової швидкістю, його дію (як зовнішнього навантаження) на розрізання замороженого м'яса необхідно розглядати як ударну. Слід враховувати також і те, що при низьких температурах харчових продуктів (заморожених до -25 ºС і нижче, аж до температури кипіння рідкого азоту - 195,8 ºС) традиційними методами процес різання здійснити не можливо [3].

Експеримент [4] показав, що при додаванні у воду абразивних речовин з'являється можливість різання твердих матеріалів значної товщини. Гідроабразивне різання грунтується на дії на матеріал абразивних часток, що розганяються струменем рідини до надзвукових швидкостей, яка і призводить до розрі-

зання продукту. Перспективним шляхом підвищення ефективності процесу гідрорізання харчових продуктів може бути застосування гідроабразивного – водокрижаного методу, тобто коли у ролі абразивного матеріалу виступають частки льоду. Цей метод дозволяє істотно підвищити продуктивність процесу гідрорізання за рахунок того, що робота може здійснюватися не тільки водою, а й частинками льоду, що мають температуру до мінус 80 °С. Чим нижче температура льоду, тим вище його міцність, а, отже, пониження його температури приводить і до підвищення різальної здатності водокрижаного струменя.

Отримані експериментальні результати дозволяють визначити фізичний механізм взаємодії гідроструменя з замороженим м'ясом, який полягає в тому, що розрізання м'яса зумовлено: дією динамічного тиску водяного та гідроабразивного струменя; «гідравлічним клином»; ударами окремих частинок абразиву, розігнаних водяним струменем до звукових швидкостей; кавітацією, що знижує міцність замороженого м'яса через виникаюче при цьому пульсуюче навантаження. Підвищення густини гідроструменя, за рахунок впроваджених в неї абразивних часток, приводить, природно, до збільшення енергетичних можливостей струменя. За рахунок дії крижинок збільшується зростання мікротріщин на продуктах, що розрізають, причому у напрямі подачі різального струменя.

Обгрунтувати і систематизувати фізичні закономірності механізму мікроруйнування харчових продуктів в процесі гідроабразивного різання і взаємозв'язку окремих явищ, що відбуваються при цьому, важливо для визначення максимальної продуктивності, точності і якості поверхні розрізу при різних технологічних параметрах. Фізичний механізм розрізання замороженого м'яса гідроабразивним струменем рідини повинен давати уявлення про фізичні закономірності процесу гідрорізання, при якому відбувається розрізання замороженого м'яса.

Дослідження можливості використання водокрижаних струменів в різних технологічних процесах (окрім розрізання харчових продуктів) проводилися як в Росії, так і в далекому зарубіжжі [5]. Авторами роботи [6] було показано, що при тиску 50 – 150 МПа і діаметрі сопла $0{,}3\cdot10^{-3}$ м додавання часток "крихітного" льоду у водяний струмінь забезпечує підвищення продуктивності розрізання харчових продуктів в порівнянні із струменем чистої води в 3 – 5 разів. Також, експериментально було підтверджено [7], що охолодження струменя води до 0 °С сприяє утворенню в ньому крижинок, які виконують роль абразивних добавок.

Експериментальна перевірка можливості використання водяного струменя з введеними в неї частками льоду для розширення технологічних можливостей гідрорізання замороженого м'яса проводилися на установці для водорізання харчових продуктів за умов використання високошвидкісного струменя води з крижинками льоду. Подача часток льоду, що мають температуру -30°С, в камеру змішувача здійснювалася з використанням надмірного тиску через систему дроселювання (у струмінь води подавалися заздалегідь приготовані дрібні частки льоду). Оптимальна витрата часток льоду при якому досягається максимальна глибина різу, є постійною індивідуальною характеристикою конкретної гідрорізальної установки і в даному випадку витрата складала 158 $см^3/с$.

Проведені нами експериментальні дослідження підтверджують той факт, що за рахунок використання гідроабразивного струменя, в якому роль абразиву грають дрібні частки льоду, та за вказаних умов гідрорізання модельного зразка м'яса, спостерігається істотне збільшення ефективності процесу різання. Але метод водокрижаного різання ускладнюється тим, що з'являється необхідність впровадження в схему гідроабразивної установки додаткового технологічного устаткування, за допомогою якого можна буде отримувати крижинки льоду, що мають певну температуру і розміри, що безпосередньо призводить до значних економічних і експлуатаційних витрат. Треба відмітити, що устаткування, призначене для отримання льоду, ускладнює налаштування установки для гідроабразивного різання харчових продуктів в цілому, також при його експлуатації з'являються певні складнощі з гранулюванням і дозуванням твердих часток льоду. Перераховані недоліки ускладнюють та здорожують процес ефективного різання харчових продуктів, в якому використовується відмічений спосіб гідроабразивного різання.

В цілому, можна стверджувати, що метод інтенсифікації процесу гідрорізання замороженого м'яса, шляхом введення у водяний струмінь дрібних часток льоду, є досить ефективним, але при усій очевидності високої ефективності цього методу використовувати його в харчовій промисловості, передусім з економічних міркувань, нині не доцільно.

З точки зору економічної доцільності, мабуть, найбільш перспективним шляхом підвищення ефективності процесу гідрорізання замороженого м'яса може бути уперше запропонований і реалізований нами гідроабразивний водосольовий метод, при здійсненні якого використовується як абразив кухонна сіль.

Експериментальні дослідження із встановлення залежності глибини різу h харчових продуктів, де у якості абразиву використовувалась кухонна сіль, були виконані за тих самих умов, що й при різанні водокрижаним методом. Дослідним зразком було заморожене м'ясо, яке в ході досліджень розташовували на рухливому робочому столі. Формування гідроабразивного високошвидкісного струменю відбувалося

в коліматорі, розташованому за сопловою голівкою. У ході дослідів здійснювалась безперервна генерація і подача гідроабразивного струменя води в зону різання під тиском *P*, який складав 50, 100, 150 МПа, діаметр отвору струменеформуючої насадки становив $0{,}35 \cdot 10^{-3}$ м, у якості абразиву використовувалась кам'яна сіль марки "Екстра", що має дисперсність 0,1 – 0,5 мм.

Щільність кухонної солі 2,16 г/см^3, а кварцового піску, найбільш часто використовуваного при гідроабразивному різанні, від 2,2 до 2,65 г/см^3 [8]. Можна вважати, що щільність кварцового піску і кухонної солі практично рівна. Також велике значення має і те, що використання солі у якості абразиву, не заборонено за санітарними нормами використовувати при обробці харчових продуктів. Проте, використання кухонної солі, на відміну, наприклад від кварцового піску, ускладнюється тим, що сіль розчиняється у воді і чим вище температура води, тим швидкість її розчинення вища. Є також усі підстави припускати, що пониження температури струменя до 0 ºС інтенсивніше збільшує ефективність процесу (глибину різу) гідроабразивного різання з використанням як абразив – кухонної солі.

Результати експериментальних досліджень залежності глибини розрізу зразка від тиску струменю (води з крижинками, вода і абразив – сіль) приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Залежність глибини різу водокрижаним та водосольовим методом від тиску струменя

Вид абразивного матеріалу	Тиск *P*, МПа		
	50	100	150
Вода з крижинками	$27 \cdot 10^{-3}$ м	$71 \cdot 10^{-3}$ м	$124 \cdot 10^{-3}$ м
Кухонна сіль	$122 \cdot 10^{-3}$ м	$146 \cdot 10^{-3}$ м	$150 \cdot 10^{-3}$ м

Аналіз експериментальних даних таблиці 1 показує, що використання у якості абразиву харчової кухонної солі збільшує глибину різу *h* у всьому діапазоні значень тиску *P*, відносно того методу, коли абразивним матеріалом є крижинки льоду.

Так, за однакових умов формування високошвидкістного струменю, при тиску *P* = 50 МПа глибина різу *h* абразивним (водосольовим) методом відносно різання струменем води з крижинками зростає в 4,5 рази; при тиску 100 МПа – в 2,1 рази; та в 1,2 разу при 150 МПа.

Таким чином, водосольовий метод різання заморожених харчових продуктів, внаслідок використання високошвидкісного абразивного струменя води, дозволяє мати значні переваги перед вже існуючими методами та забезпечуються якісніші параметри процесу різання, що позитивно відбивається на глибині різання та продуктивності взагалі. Запропонований метод різання харчових продуктів гідроабразивним струменем підвищує їх якість та ефективність процесу при зменшенні втрат продукту під час різання.

Слід зауважити, що при використанні як абразив кухонної солі з розміром часток, які лежать в межах діапазону 0,1 – 0,5 мм глибина різання збільшується. Отримані результати пов'язані з тим, що сіль на великих швидкостях і за малих термінах знаходження в розчиннику (воді) діє на харчовий продукт як звичайний абразив діє на метал. Знаходячись в розчиннику (воді) сіль за такий малий час не встигає настільки розчинитися, щоб істотно знизилася концентрація абразивних часток і їх розмір.

Висновки

Таким чином, розглянуті дані підтверджують ефективність водосольового гідроабразивного методу інтенсифікації процесу різання м'яса глибокого заморожування. Використання саме цього методу гідроабразивного різання при відносній простоті його реалізації дозволяє збільшити грибину різу заморожених харчових продуктів у декілька раз.

Доведено перспективність технології гідроабразивного різання м'яса та інших продуктів харчування, заморожених до - 25ºС і нижче, аж до температури кипіння рідкого азоту -195,8ºС, оскільки при таких температурах традиційними методами це здійснити не можливо.

Перспективою подальших досліджень є модифікація робочої рідини за рахунок використання охолодженого гідроабразивного струменя, де у ролі абразивного матеріалу використовується кухонна сіль.

Література

1. Степанов Ю.С., Барсуков Г.В., Черепенько А.П. Исследование современных научно-технических проблем и достижений в области совершенствования оборудования для раскроя машиностроительных текстильных материалов сверхзвуковой струей жидкости. Орел, 1998. 27с. деп. В ВИНИТИ №677 – В98
2. Степанов Ю.С., Барсуков Г.В. Современные технологические процессы механического и гидроструйного раскроя технических тканей. Библиотека технолога. М.: Машиностроение, 2004, 240 с.
3. Погребняк А.В. Охлажденная водяная струя как режущий инструмент мясорезки / Погребняк А.В. // Вода в харчовій промисловості: тези міжнародної науково–практичної конференції/ Одеська нац.акад. харч. технологій. – Одеса, 2010. – С.67–69.

4. Погребняк А.В. Інтенсифікація процесу гідрорізання м'яса глибокої заморозки: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / Погребняк А.В. – Донецьк, 2011. – 19 с.
5. Proceedings of the 8th American Water Jet Comference / Edited by Thomas J. Labus–Houston, Texas, August 26–29, 1995. – Vol.II. –907 p.
6. Интенсификация процесса гидрорезания мяса глубокой заморозки: дис. канд. техн. наук: 05.18.12 – процессы и оборуд. пищ., микробиол. и фармацев. пр–в / А.В. Погребняк–Донецк: ДонНУЭТ, 2011. – 171 с.
7. Пат. 46161 Україна, МПК (2009) B03B 4/00. Спосіб різання харчових продуктів охолодженим струменем води / Погребняк А.В., Гордієнко О.В. – №u 2009 06318, Бюл. № 23. – 2009.
8. Поваренная соль / Режим доступа: http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnica/himiya/

УДК 65.012.122:664.1.03:664.29

ОДЕРЖАННЯ ПЕКТИНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ МЕТОДОМ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ

Дейниченко Г.В., д-р техн. наук, професор, Мазняк З.О., канд. техн. наук, доцент, Гузенко В.В., аспірант
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Розглядається питання щодо здійснення ультрафільтраційної обробки пектинових екстрактів. Представлено аналіз теоретичних та експериментальних досліджень стосовно визначення робочих параметрів ультрафільтраційних мембран в процесі ультрафільтраційного концентрування пектинових екстрактів.

They are considered questions for ultrafiltration treatment of pectin extracts. The analysis of theoretical and experimental studies on determining the operating parameters of ultrafiltration membranes during the ultrafiltration concentration of pectin extracts is submitted.

Ключові слова: пектиновий екстракт, ультрафільтрафільтраційне концентрування, напівпроникні мембрани, продуктивність мембран

Створення маловідходних і безвідхідних технологій, а також широке залучення в різних галузях харчової та переробної промисловостей вторинних сировинних ресурсів є одним з найважливіших напрямків підвищення ефективності сучасного виробництва [1]. Виробництво пектину й пектинопродуктов якнайкраще відповідає цим вимогам, тому що дозволяє виробляти цей біологічно цінний комплексо- і драглеутворювач із вторинних сировинних ресурсів.

Погіршення екологічної ситуації в Україні викликає зростання захворювань населення [2]. Тому актуальним є проблема пошуку спеціальних засобів, що мають функціональні властивості. Поряд з цим потреба в пектині характерезується його унікальними властивостями, серед яких найважливішим є здатність утворювати комплекси з важкими й радіоактивними елементами й виводити їх з організму. Інші споживчі властивості пектину – здатність утворювати драглі в присутності цукру, виконувати роль эмульгатора, бути стабілізатором у кремах і ціла низка інших властивостей, пояснюють його виняткову роль у харчовій промисловості.

Одним з можливих шляхів вирішення завдання насичення споживчого ринку пектином є реалізація технології одержання пектину, характерними рисами якої є: можливість використання різної сировини (в першу чергу бурякового жому), легка трансформація в переході від одного виду продукту до іншого, висока інтенсивність, екологічна чистота за рахунок комплексності переробки та виключення в ряді варіантів процесу утилізації хімічних реагентів. Важливим елементом бурякового жому є полігалактуронан, завдяки якому в очищеному вигляді - пектин має низку цінних біологічних властивостей, насамперед - здатність створювати комплекси з важкими і радіоактивними металами, фенолами, амінами та здатність до виведення їх з організму. В якості кінцевого продукту на основі пектинових речовин, що містяться в пектинвмісній сировині, можна виробляти різні препарати лікувально-профілактичної дії у вигляді полісахаридних комплексів, які можуть бути використані самостійно, або у складі харчових продуктів - молочних, кондитерських і хлібобулочних виробів. Раціональне використання всіх полісахаридних складових бурякового жому, що переведені в активний стан, дозволяють одержувати пектинопродукти, що застосовуються в якості засобів широкого лікувально-профілактичного призначення.