УДК [577.112- 035.2:613.2]: 001.891

ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ГІДРОКОЛОЇДІВ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ М'ЯСНИХ СИСТЕМ

Д'яконова А.К., д-р техн. наук, доцент, Павленкова П.П., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В роботі досліджено вплив природних гідроколоїдів на зміну фізико-хімічних властивостей швидкозаморожених м'ясних систем. Встановлено залежність pH, вологозв'язуючої, вологоутримувальної та жироутримувальної здатності м'ясних фаршевих систем від масової частки гідроколоїду в процесі заморожування-розморожування. Визначено, що введення пектину до 0,8 % не змінює pH м'ясних фаршевих систем, але збільшує вологозв'язуючу, волого- та жироутримувальну здатність, зберігає структуру м'ясних фаршевих виробів при заморожуванні-розморожуванні.

In work probed influence of natural hydrocolloids is on changing of physical and chemical properties of of the quick-frozen meat systems. Dependence of pH is set, , water-connect, water-retain capabilities and fat-retain capabilities of the force-meat systems from the mass particle of hydrocolloids in the process of freezing-unfreezing. Certainly, that introduction of pectin is to 0,8 % does not change pH of the force-meat systems, but increases water-connect, water- and fat-retain ability, keeps the structure of force-meat wares at freezing-unfreezing.

Ключові слова: м'ясні системи, фізико-хімічні властивості, гідроколоїди.

Виробництво високоякісних швидкозаморожених м'ясних фаршевих напівфабрикатів у наш час є одним з актуальних завдань м'ясопереробної галузі України. Підвищений попит на ці види виробів обумовлений тим, що вони доступні всім верствам населення. Привабливість виробництва швидкозаморожених фаршевих напівфабрикатів полягає у зручності такої продукції як для споживачів, так і для виробників. Для споживачів – тому, що потребують мінімум часу для їх приготування, для виробників – тому, що значно подовжується строк її реалізації. При заморожуванні створюються несприятливі умови для розвитку мікроорганізмів і різко знижується швидкість біохімічних процесів, які відбуваються під впливом ферментів. Перевага швидкого заморожування, порівняно з повільним, полягає у скороченні до мінімуму періоду мікробіологічних і біохімічних процесів у м'ясних продуктах під час процесу заморожування.

Слід відзначити, що фаршеві вироби є висококалорійними харчовими продуктами. Подрібнені волокна м'яса сприяють кращому їх засвоюванню. В той самий час продукти харчування повинні не лише забезпечувати людину поживними речовинами та енергією, але й виконувати профілактичну або лікувальну функції. До хвороб цивілізації відносять цукровий діабет, захворювання серцево-судинної системи, ожиріння тощо. Дієтотерапія подібних захворювань полягає у зниженні калорійності продуктів харчування, збагаченні їх харчовими волокнами, вітамінами та поліненасиченими жирними кислотами. Згідно з вимогами ЄС, до 2010 року необхідно розширити асортимент продуктів харчування з низьким вмістом жиру і солі, збагачених харчовими волокнами та біологічно активними речовинами.

Зважаючи на те, що м'ясні фаршеві напівфабрикати містять до 65 % вологи, внаслідок заморожування-розморожування вони змінюють свою структуру, а після теплової обробки втрачають свою форму і навіть здатні розпадатися. Вирішення проблеми збереження форми і структури напівфабрикатів при заморожуванні-розморожуванні та доведенні до кулінарної готовності, а також зниження калорійності і збагачення їх харчовими волокнами, у м'ясопереробній промисловості можна вирішити шляхом створення комбінованих продуктів з використанням різних рослинних компонентів, які у харчових продуктах виконують роль структуроутворювачів – рослинних білків, пектинів, продуктів переробки зернової та овочевої сировини тощо. Введення їх дозволяє поряд з регулюванням структури знизити калорійність, підвищити біологічну цінність продуктів переробки м'яса та надати їм певних функціональних і смакових властивостей.

У м'ясопереробній галузі виробництва відомі технології отримання дієтичних продуктів за рахунок використання різних овочевих наповнювачів у вигляді порошку – гарбузового, баклажанного, кабачкового, морквяного, бурякового, яблучного [1]. Для покращення функціонально-технологічних властивостей у м'ясні фаршеві системи також додають харчові дієтичні волокна, отримані з пшеничних висівок, що підвищує на 20 % вологозв'язуючу і жироутримувальну здатність м'ясного фаршу [2]. У даний час у м'ясопереробній промисловості починають значно ширше використовувати картопляну клітковину, яка порівняно з пшеничними висівками містить у два рази більше дієтичної клітковини, має стійкість до ме-

ханічних навантажень, високих та низьких температур, здатна зв'язувати воду і жир, що особливо важливо при заморожуванні-розморожуванні харчових систем [3]. Таким чином, введення рослинних структуроутворювачів у рецептурний склад м'ясних фаршевих напівфабрикатів обумовлено не тільки функціонально-технологічною необхідністю, але й медико-біологічною доцільністю.

Для покращення структурно-механічних і органолептичних показників сучасні технології виробництва м'ясних комбінованих продуктів передбачають використання гідроколоїдів, основною функцією яких є формування в'язкості і пластичності м'ясних систем, стабілізація консистенції фаршевих виробів. До гідроколоїдів належать натуральні загущувачі та стабілізатори харчових систем – пектин, желатин, різні камеді, альгінати, карагенан, агар тощо.

Метою роботи є дослідження зміни фізико-хімічних властивостей, збагачених природними структуроутворювачами швидкозаморожених м'ясних фаршевих систем після їх заморожування-розморожування.

М'ясні фаршеві вироби, виготовлені за традиційною технологією, мають мастку консистенцію за рахунок білків колагену, які забезпечують певну структуру м'язової тканини м'яса. Достатньо високий вміст вологи суттєво впливає на якісні показники м'ясних фаршевих виробів, що піддаються заморожуванню-розморожуванню. Основну частину білкових речовин м'язового волокна складають міозин і актин. Міозин володіє значною здатністю до гідратації, що обумовлено відносно великою кількістю полярних амінокислотних бокових ланцюгів, а також фібрилярною формою молекули. Він утворює міцні комплексні структури з глікогеном і ліпідами. Колаген, який входить до складу білків з'єднувальної тканини і становить всіх білків яловичини 30 %, а стосовно білків з'єднувальної тканини – майже 80 %, не розчиняється у воді, сольових розчинах, але володіє високою здатністю до набухання і взаємодії з іншими речовинами, які знаходяться у харчових системах [4].

Процес заморожування змінює властивості м'ясних харчових систем у результаті утворення кристалів льоду та порушення структури тканини між м'язовими волокнами. Найбільший вплив на зміну колоїдної структури тканин м'яса при заморожуванні має часткове руйнування структурованих гідратних оболонок макромолекул і перерозподіл води у зв'язку з кристалоутворенням.

Заморожування руйнує сталу систему кристалічної сітки води навколо гідрофільних груп білків і викликає її перехід у гексагональну структуру льоду, що обумовлює руйнування внутрішньомолекулярних гідрофобних зв'язків, розрив водневих містків і втрату білковими речовинами їх нативних властивостей [5].

Внаслідок біохімічних і колоїдних змін зменшується розчинність білків, знижується реактивність тіолових груп міозину, а також кислих і основних груп білків, що обумовлено структурними змінами і виморожуванням води.

Процес заморожування-розморожування та наступна теплова обробки напівфабрикатів призводять до денатурації і розпаду білків м'язової тканини, що супроводжується втратою майже 40 % вологи. Колаген також розпадається з утворенням низькомолекулярних сполук і відбувається різке зниження механічної міцності з'єднувальної тканини, послаблення зв'язків між м'язовими волокнами, що суттєво змінює консистенцію і реологічні властивості напівфабрикатів. Зміна структури з'єднувальної тканини, з одного боку, сприяє збільшенню ніжності м'яса, а з другого – витіканню м'ясного соку при розморожуванні, до складу якого входять цінні білкові та екстрактивні речовини, що є зовнішньою ознакою денатурації білкових речовин і обумовлене зниженням вологоутримувальної здатності тканини м'яса [5].

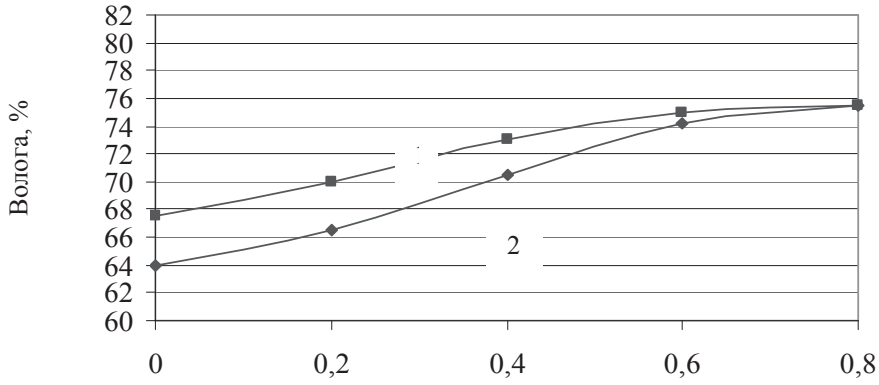
Використання природних гідроколоїдів при виробництві м'ясних фаршевих виробів дозволяє збільшити вологоутримувальну здатність м'ясної сировини, зберегти традиційну структуру продуктів харчування і одночасно збагатити їх харчовими волокнами, що дуже важливо при виробництві функціональних та дієтичних продуктів харчування. Харчові волокна стимулюють перистальтику кишечнику, зменшують всмоктування холестерину і жирних кислот [4].

Як структуроутворювач нами використано широко розповсюджений у природі полісахарид – пектин, який є ефективним природним сорбентом і не чинить побічної дії на організм людини. Він зв'язує у шлунково-кишковому тракті іони важких металів – свинець, ртуть, кадмій, а також радіонукліди і нітрати, утворює нерозчинні комплекси і виводить їх з організму людини.

В роботі використали м'ясний фарш з яловичини, підготовку якого проводили відповідно до існуючої технологічної інструкції. Добавки пектину вводили у модельні м'ясні системи у кількості 0,2, 0,4, 0,6 і 0,8 %. У дослідних зразках м'ясних систем визначали pH, вміст вологи, вологоутримувальну (ВУЗ) і жироутримувальну (ЖУЗ) здатність у процесі заморожування-розморожування. На модельних м'ясних системах проведено дослідження зміни їх фізико-хімічних властивостей залежно від масової частки введеного структуроутворювача.

Визначення pH дослідних зразків показало, що зміна активної кислотності при внесенні вказаної кількості гідроколоїду залишається майже на одному рівні, незначно змінюючись при введенні максимальної кількості структуроутворювальної добавки.

На рис. 1 наведено залежність вмісту вологи м'ясних систем до і після заморожування в залежності від масової частки пектину в дослідних зразках.



1 – до заморожування; 2 – після розморожування

Рис. 1 – Залежність вмісту вологи у м'ясних заморожених-розморожених системах в залежності від масової частки пектину

Як видно з рис. 1, при збільшенні масової частки добавки пектину кількість утриманої вологи у м'ясних системах збільшується. Масова частка пектину 0,8 % дозволяє повністю утримати вільну вологу в дослідних зразках м'ясних систем, яка утворюється при заморожуванні-розморожуванні. Зменшення кількості вільної вологи після заморожування-розморожування можна пояснити як зв'язуванням вологи гідроколоїдом, так і процесом комплекоутворення білків м'яса з пектином.

Білки, як поліелектроліти, легко вступають у взаємодію з іншими високомолекулярними біополімерами. На відміну від амфотерних білків, пектин як полісахарид є аніонним гідрофільним колоїдом з великим від'ємним зарядом. На модельних дослідах встановлено, що при взаємодії розчинів білків м'яса з аніонними полісахаридами у харчових системах утворюються комплексні білок-полісахаридні структури, які мають спільний з білком максимум поглинання при довжині хвилі 420 нм [6].

Всі процеси, які протікають у розчинах поверхнево-активних речовин, до яких належать білки і пектини, носять адсорбційний характер, тому всі структурні зміни у колоїдній системі найбільш чітко відображає поверхневий натяг (ПН) дослідних систем (рис. 2).

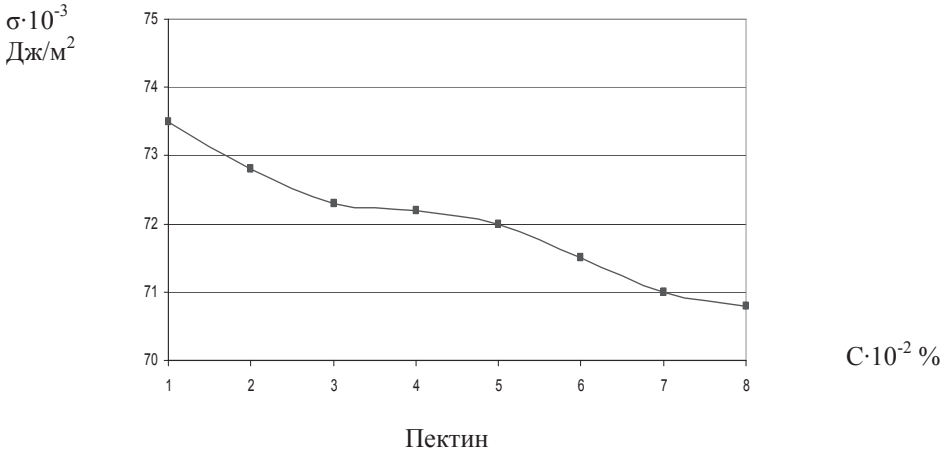


Рис. 2 – Зміна поверхневого натягу білок-пектинових комплексних систем залежно від масової частки гідроколоїду (pH 6,0)

При концентрації пектинових речовин 0,02 % стосовно розчинних білків м'яса відбувається різке зниження ПН. Відомо, що чим вищий ПН, який завжди пропорційний внутрішньому тиску, тим міцніші

міжмолекулярні взаємодії в утворених комплексних структурах. За величинами ПН нами розраховано міжфазну енергію (Г), яка характеризує зміни у поверхневому шарі отриманих нами комплексних структур (табл. 1).

Таблиця 1 – Міжфазна поверхнева енергія комплексних структур

Масова частка пектину, %	Поверхневий натяг (σ), Дж/м^2	Поверхнева енергія (Г), г-моль/м^2
0,01	73,5	$-71{,}83 \cdot 10^{-5}$
0,02	72,7	$2{,}05 \cdot 10^{-5}$
0,03	72,3	$18{,}47 \cdot 10^{-5}$
0,04	72,2	$22{,}57 \cdot 10^{-5}$
0,05	72,0	$30{,}26 \cdot 10^{-5}$
0,06	71,5	$51{,}31 \cdot 10^{-5}$
0,07	71,0	$71{,}83 \cdot 10^{-5}$
0,08	70,8	$80{,}04 \cdot 10^{-5}$

Від'ємна поверхнева енергія свідчить про високу щільність зв'язку у поверхневому шарі за рахунок утворення міцних білок-пектинових комплексних структур і зниження їх розчинності. Підвищення масової частки пектину у білок-пектиновій суміші, як поверхнево-активної речовини, призводять до зниження ПН і підвищення Г.

Аналіз амінокислотного складу дослідних зразків після заморожування-розморожування показав, що радіус гідрофобного ядра білкової глобули у зразках, які містять 0,8 % пектину, зменшується на 1,64 мкм, а ступінь гідрофільності білків м'яса, які здатні зв'язати вільну вологу, збільшується майже на 40 % внаслідок білок-пектинового комплексоутворення [7].

Таким чином, отримані дані свідчать, що в процесі зв'язування м'ясного соку при заморожуванні-розморожуванні м'ясних систем провідну роль відіграють не тільки гідроколоїди, які додаються до м'ясних систем, але й білок-пектинові комплексні структури.

Слід відзначити, що введення хлористого натрію у м'ясний фарш супроводжується зміною іонної сили харчової системи. Іони натрію при взаємодії з іонами кальцію м'ясної сировини утворюють іонізований хлористий кальцій, який може змінювати реологічні властивості м'ясних систем внаслідок гелеутворення за рахунок кальцієвих містків за місцем знаходження вільних карбоксильних груп пектину.

Визначення ВУЗ дослідних м'ясних систем проводили методом пресування за Grau Hamm [8], який дає змогу проводити дослідження з фаршевими виробами. Результати дослідження зміни ВУЗ м'ясних систем після заморожування-розморожування в залежності від масової частки введеного пектину наведено на рис. 3.

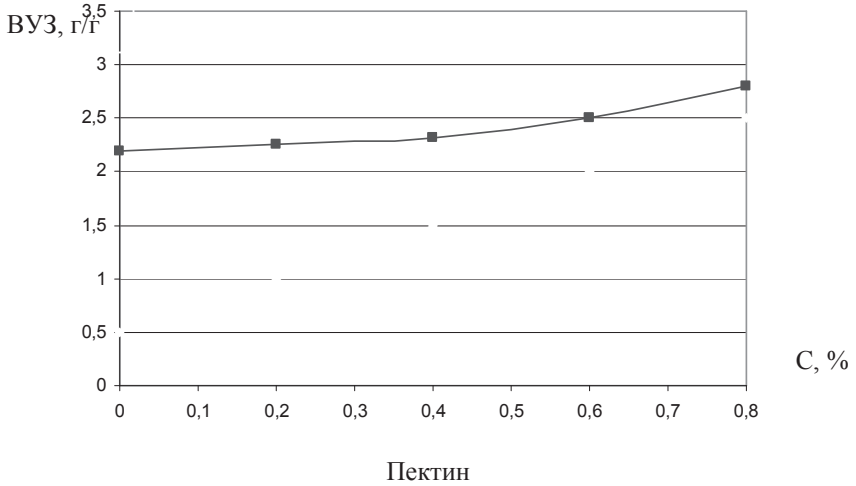


Рис. 3 – Залежність ВУЗ м'ясних систем до і після заморожування від масової частки пектину

Отримані нами данні свідчать, що введення пектину у м'ясні системи дозволяє не тільки зв'язати вільну вологу у вигляді м'ясного соку, яка виділяється при заморожуванні-розморожуванні дослідних зразків, але й міцно її утримувати.

Проведено дослідження жироутримувальної здатності (ЖУЗ) м'ясних систем при заморожуванні-розморожуванні в залежності від вмісту пектинових речовин (рис. 4).

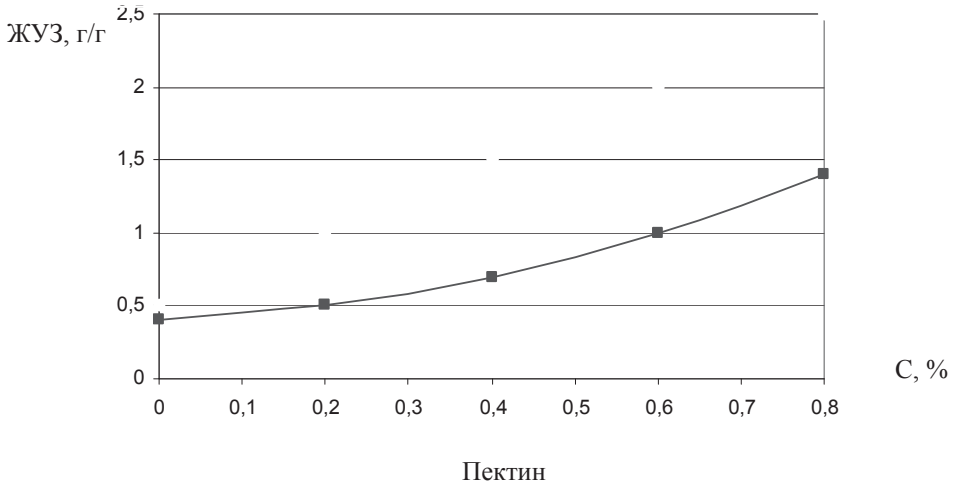


Рис. 4 – Залежність ЖУЗ м'ясних систем до і після заморожування від масової частки введеного пектину

Отримані дані свідчать, що збільшення масової частки пектину у м'ясних системах сприяє підвищенню жироутримувальної здатності дослідних зразків, що пов'язано з емульгуючими властивостями пектинових речовин.

Таким чином, при виробництві швидкозаморожених м'ясних фаршевих виробів доцільно використовувати як структуроутворювач природний гідроколоїд пектин, введення якого у м'ясні системи дозволяє значно покращити водо- та жироутримувальну здатність фаршу, підвищити біологічну цінність за рахунок утримання м'ясного соку, покращити органолептичні властивості, а також надати продуктам функціональних властивостей.

Література

1. Горлов И.Ф. Мясные и молочные продукты с растительными наполнителями / И.Ф. Горлов, Л.Г. Сапожникова // Пищевая пром-сть. – 1998. – № 1. – С. 66-67.
2. Винникова Л.Г. Влияние концентратов пищевых волокон отрубей на технологические свойства мясних систем // Л.Г. Винникова, М.С. Дудкин, С.Д. Патюков / Изв. ВУЗов. Пищ. технология. – 1990. – № 2 – 3. – С. 52 – 54.
3. И мясо можно облагородить // Мясной бизнес.– 2006. – № 3. – С. 30 - 34.
4. Месхи А.И. Биохимия мяса, м'ясопродуктів и птицепродуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 280 с.
5. Заяс Ю.Г. Качество мяса и мясопродуктов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть. – 1981. – 480 с.
6. Бочковський А.П. Використання рослинної сировини в м'ясних консервованих продуктах /А.П. Бочковський, А.К. Д'яконова //Наук. вісник ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького. – Львів: ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького, 2006. – Том 8. – № 4. – С. 218 – 223.
7. Д'яконова А.К. Дослідження механізму комплексоутворення білка з аніонним полісахаридом // Зб. наук. пр. ОДАХ. – О.: ОДАХТ, 1999. – Вип.19. – С. 141-144.
8. Определение влагопоглощаемости мяса / В. Воловинская, Б. Кельман // Мясная индустрия СССР. – 1960. – № 6. – С. 47-48.