

# STUDYING THE PROPERTIES OF HYDROCOLLOIDS DURING FREEZING-DEFROSTING

M.A. Yancheva, V.A. Bolshakova, T.S. Zheleva

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

## Key words:

freezing, defrosting, crystallization, hydrocolloids, frozen meat chopped semi-finished products.

## Article history:

Received 22.03.2014  
Received in revised form 25.10.2014  
Accepted 18.11.2014

## Corresponding author:

taniysha\_89@mail.ru

## ABSTRACT

One of the latest trends in the global market is frozen foods. Taking into consideration this factor the article is devoted to the research in the sphere of the food industry that allow determining rheological and cryoscopic properties of hydrocolloids cryoscopic in order to regulate the negative consequences of the process of crystallization during freezing of meat. Analytical review of the scientific literature showed that there is not any systematic research on this question. Thus, the purpose of this research was to study the properties of hydrocolloids during freezing and defrosting for the purposeful use in technologies of the frozen meat chopped semi-finished products. Therefore, depending on the concentration, solutions viscosity was determined during freezing-defrosting, the temperature of the beginning of crystallization, ranges of temperature of ice formation and melting of the frozen moisture, the mass fraction of the frozen moisture. The results presented for consideration prove the influence of hydrocolloids on the nature of the crystallization and the flow of physical and chemical processes under low temperatures and the possibility of purposeful use in technologies of the frozen meat chopped semi-finished products.

# ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІДРОКОЛОЇДІВ ПІД ЧАС ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ-РОЗМОРОЖУВАННЯ

М.О. Янчева, канд. техн. наук, В.А. Большакова, канд. техн. наук<sup>✉</sup>

Т.С. Желева, аспірант

Харківський державний університет харчування та торгівлі

*Вивчено властивості гідроколоїдів під час заморожування-розморожування для цілеспрямованого використання у технологіях м'ясних заморожених посічених напівфабрикатів.*

*Встановлено, що їх використання дозволить впливати на характер кристалізації і протікання фізико-хімічних процесів у м'ясній сировині під час заморожування-розморожування.*

**Ключові слова:** заморожування, розморожування, кристалізація, гідроколоїди, заморожені м'ясні посічені напівфабрикати.

**Вступ.** Щорічно у світі збільшується товарообіг заморожених продуктів. Виробництво даної продукції здійснюють понад 350 компаній світу, серед яких провідне місце займають компанії США, Угорщина, Польща, Голландія, Франція, Італія, Японія та ін.

Однією з останніх тенденцій ринку напівфабрикатів є збільшення обсягів виробництва заморожених напівфабрикатів, зокрема, посічених. Ще 10—15 років тому в Україні заморожені м'ясні посічені напівфабрикати не становили значної частки у виробництві великих м'ясопереробних підприємств. Зараз ситуація змінилася: на полицях магазинів можна побачити широкий асортимент напівфабрикатів на будь-який смак, а за інтенсивністю їх споживання експерти судять про рівень благополуччя населення. У зв'язку з прискореним

ритмом життя зростання популярності заморожених напівфабрикатів обумовлено мінімізацією витрат часу на приготування, що робить їх досить затребуваними серед працюючої частини населення молодого і середнього віку.

Продукція різних виробників на українському ринку заморожених продуктів і напівфабрикатів має схожі товарознавчо-технологічні характеристики та властивості, тому важливим є дослідження ринку, аналіз споживчих переваг і основних тенденцій, безперервний пошук ноу-хау, модернізація виробничих потужностей [1].

Проблема вдосконалення технології м'ясних заморожених напівфабрикатів багатогранна, що вимагає використання певних технологічних інновацій. Однією з таких інновацій є використання гідроколоїдів у технологіях заморожених м'ясних напівфабрикатів.

Заморожування забезпечує тривале низькотемпературне зберігання за рахунок запобігання розвитку мікробіологічних процесів і істотного уповільнення швидкості біохімічних і фізико-хімічних реакцій. Цей метод консервування є одним з найбільш поширених та за оптимальних умов здійснення процесу заморожування забезпечує високий ступінь збереження споживчих властивостей продуктів.

Однак процес заморожування призводить до кріопшкодження тканин м'ясної сировини. Вплив процесів заморожування і розморожування на якість м'ясної сировини провідні вчені та дослідники пояснюють з позиції теорії кристалізації води, що призводить до зміни теплофізичних, структурно-механічних, функціонально-технологічних та інших характеристик системи [3]. Серед великої кількості технологічних факторів, що визначають якість заморожених м'ясних напівфабрикатів, вирішальна роль належить умовам заморожування (температура, швидкість руху охолоджувального середовища) і характеристиці об'єкта заморожування.

Найбільш вагомі чинники, що зумовлюють пошкодження м'ясної сировини під час заморожування, пов'язані з фазовими і фазово-структурними перетвореннями. Ступінь пошкодження залежить від кінетики кристалізації і росту кристалів, їх форми і розміру, характеру розподілу рідини в кристалічній матриці, інтенсивності рекристалізації тощо [2]. Масова частка вологи, що вимерзає у продукт, залежить від її загального вмісту, форми та міцності зв'язку зі структурними елементами, температури заморожування тощо. Виморожування рідкої фази м'ясної сировини призводить до збільшення концентрації сухих речовин, що збільшує ймовірність різних небажаних реакцій. Відповідно, зниження кількості вимороженої води повинно знижувати інтенсивність необоротних процесів.

Процес виморожування води являє собою процес перетворення рідини в кристалічний стан, а його сутність виражається в переході від структури рідини до структури твердої кристалічної речовини. Особливості взаєморозташування молекул води у структурі льоду зумовлені наявністю водневих зв'язків. Також на структуру кристалів льоду впливають розчинені речовини. Так, структурний стан води має безпосередній вплив на процеси льодоутворення, які, в свою чергу, визначають найбільш важливі якісні характеристики м'ясних заморожених напівфабрикатів.

Запобігти пошкодженню тканин м'ясної сировини в результаті дії низьких температур в процесі заморожування можливо шляхом використання харчових інгредієнтів, які нівелюють негативні наслідки процесу кристалізації. До таких харчових інгредієнтів можна віднести харчові добавки полісахаридної природи, зокрема гідроколоїди. Гідроколоїди, або гідрофільні колоїди являють собою органічні сполуки різного походження (тваринного, рослинного або мікробіологічного), які за своєю природою найчастіше є полісахаридами зі складною хімічною структурою. Молекули гідроколоїдів є лінійними або розгалуженими полімерними ланцюгами, згорнутими в клубки. Наявність великої кількості гідроксильних груп помітно збільшує їх здатність зв'язувати молекули води та утворювати в'язкі дисперсії і/або гелі при диспергуванні у середовищі, що містить вільну вологу [4].

Гідроколоїди широко використовуються у всіх галузях харчової промисловості, виконуючи при цьому різні функції: підвищення в'язкості, гелеутворення, плівкоутворення, піноутворення, поліпшення стабільності при нагріванні, поліпшення стабільності при заморожуванні-відтаванні, запобігання росту кристалів, інкапсулювання. Однак не всі гідроколоїди функціонують однаково за різних значень рН та концентрацій електролітів, термічній обробці, мають неоднакову стійкість при зберіганні тощо. Отже, перше завдання, яке стоїть перед виробниками, є вибір найбільш оптимального гідроколоїду з огляду на мету його використання, а зробити цей вибір досить проблематично, враховуючи їх різноманітність на ринку.

При виборі гідроколоїду необхідно керуватися такими критеріями:

1) функціонально-технологічні властивості гідроколоїду в кінцевому харчовому продукті (необхідно визначитися із текстурою, яку вимагає кінцевий продукт і тою, яку надає гідроколоїд);

2) механізм дії гідроколоїду і фактори, які впливають на нього (більшість гідроколоїдів поставляються у вигляді порошків, а максимальна функціональність гідроколоїдів в більшості випадках досягається при повному його розчиненні; при їх розчиненні, температура розчинника, а також наявність інших інгредієнтів будуть впливати (потенційно як позитивно, так і негативно) на розчинність);

3) сфера використання (гідроколоїди можуть бути використані як поодинокі, так і в різних комбінаціях, при цьому кінцевий результат буде різним);

4) джерело отримання гідроколоїду [5].

Механізм дії гідроколоїдів в технологіях м'ясних заморожених напівфабрикатів ґрунтується на зниженні рухливості води і утворенні кристалів льоду менших розмірів і в більшій кількості. Це ймовірно буде призводити до зменшення ступеня пошкодження м'ясних волокон, зниження кількості вимороженої води, зменшенню втрат при заморожуванні-розморожуванні і тепловому обробленні [4].

Розв'язання проблеми регулювання процесу кристалізації у м'ясних системах залишається актуальним і потребує подальших досліджень щодо розуміння ролі харчових добавок та інгредієнтів, закономірностей зміни їх властивостей під впливом технологічних факторів.

Мета досліджень. Метою досліджень стало вивчення властивостей водних розчинів гідроколоїдів під час заморожування-розморожування для цілеспрямованого використання у технологіях м'ясних заморожених посічених напівфабрикатів.

**Методика досліджень.** Як предмети дослідження обрано: к-карагінан, і-карагінан, альгінат натрію, карбоксиметилцелюлозу (КМЦ), метилцелюлозу (МЦ), камеді, а саме ксантану, гуару, ріжкового дерева і тари, показники якості та безпечності, відповідно до вимог діючих в Україні нормативних документів.

Ступінь прояву фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей даних добавок і рівномірність їх розподілу в структурі м'язової тканини залежить від їх концентрації. Тому, залежно від концентрації гідроколоїдів, проведено дослідження з визначення в'язкості їх розчинів під час заморожування-розморожування, температури початку кристалізації, діапазонів температур льодоутворення і плавлення вимороженої води, масової частки вимороженої води.

Дослідження ефективної в'язкості проводили за допомогою ротаційного віскозиметра сталої напруги зсуву ВПН-0,2М за швидкості зсуву  $50...250 \text{ c}^{-1}$ . Для кріоскопічних досліджень використовували низькотемпературний калориметр. Діапазони температур льодоутворення і плавлення, а також масову частку вимороженої вологи визначали за методикою, яка ґрунтується на вимірюванні кількості теплоти, що виділяється під час кристалізації вільної вологи в системі. Добавки досліджували у вигляді водних розчинів з концентраціями 0,1...1 %.

**Результати досліджень.** Проведені дослідження впливу заморожування-розморожування на в'язкість розчинів різної концентрації гідроколоїдів дають змогу стверджувати, що заморожування впливає на показники в'язкості всіх розчинів гідроколоїдів та не впливає на характер рідин. Для отриманих кривих при збільшенні швидкості зсуву настає уповільнене з часом зменшення в'язкості, що характерно для тиксотропних рідин.

Після розморожування в'язкість 1%-их розчинів збільшилась в 1,2 рази для КМЦ та МЦ, в 2,3 рази — для альгінату натрію. Процес заморожування-розморожування по-різному впливає на показники в'язкості камедей. В'язкість після розморожування 1 %-го розчину камеді гуару зменшилась в 1,1 рази, розчину камеді ріжкового дерева — в 2,4 рази. У інших камедей після розморожування спостерігається збільшення в'язкості 1 %-их розчинів (в'язкість розчинів камеді ксантану збільшилась в 1,1 рази, камеді тари — в 2,8 рази). Збільшення в'язкості розчинів гідроколоїдів впливає на структуру кристалічної решітки та перешкоджає переміщенню вимороженої води.

Аналіз отриманих результатів кріоскопічних досліджень свідчить, що збільшення концентрації гідроколоїдів впливає на температуру початку кристалізації, діапазони температур льодоутворення-плавлення та масову частку вимороженої води. Встановлено, що зі збільшенням концентрації у більшості гідроколоїдів зменшується температура льодоутворення (на 1,1...4,5 °C), збільшується швидкість плавлення, яка в свою чергу завжди більше,

ніж швидкість льодоутворення. Діапазони льодоутворення більші ніж діапазони плавлення на 0,5...1,1 °С для розчинів гідроколоїдів з концентрацією 1 %. Діапазон температур льодоутворення визначається теплофізичними властивостями зразка та зовнішнім теплообміном. Вважаючи, що умови для зовнішнього теплообміну сталі, то чим більше цей діапазон, тим більший тепловий опір зразка, тобто теплопровідність менша. Це означає, що розчини гідроколоїдів мають ще пластифікуючу дію на процес льодоутворення. Суттєве розширення діапазонів льодоутворення та плавлення спостерігається для розчинів КМЦ, альгінату натрію, камедей ксантану, ріжкового дерева та тари всіх концентрацій. Зі збільшенням концентрації добавок кількість вимороженої води зменшується (для розчинів концентрацією 0,5 % становить 83...96 %, для 1 % розчинів — 54...88 %).

**Висновки.** Таким чином, гідроколоїди впливають на характер кристалізації під дією низьких температур. Проведені дослідження підтверджують зворотність властивостей розчинів всіх гідроколоїдів, окрім камедей гуару та ріжкового дерева. Враховуючі всі показники, використання альгінату натрію, камедей ксантану та тари у технологіях заморожених м'ясних напівфабрикатів дасть змогу впливати на перебіг фізико-хімічних процесів у м'ясній сировині під час заморожування-розморожування. Подальша робота в даному напрямку дозволить вирішити проблеми стабілізації структури, збереження функціонально-технологічних та споживних властивостей заморожених м'ясних посічених напівфабрикатів, розширення їх асортименту.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Соколов А.Н. Рынок полуфабрикатов Украины / А.Н. Соколов // Мясной бизнес. — 2011. — № 10. — С. 68—72.
2. Пак А.О. Влияние композиции криопротекторной дии на количество вимороженої вологи у м'ясних січених напівфабрикатів / А.О. Пак, М.О. Янчева, Ю.В. Яковлева // Тематичний збірник наукових праць Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. — 2011. — Вип. 27. — С. 281—286.
3. Пушкарь Н.С. Введение в криобиологию / Н.С. Пушкарь. — К.: Наукова думка, 1975. — 343 с.
4. Филлипс Г.О. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс; пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой, Л.А. Сарафановой. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 536 с.
5. Hollingworth C.S. Hydrocolloids — How to choose? // Brenntag Food & Nutrition Europe. — 2011. — № 1. — P. 2—9.

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГИДРОКОЛОИДОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ-РАЗМОРАЖИВАНИЯ

М.О. Янчева, В.А. Большакова, Т.С. Желева

Харьковский государственный университет питания и торговли

*Изучены свойства гидроколлоидов при замораживании-размораживании для целенаправленного использования в технологиях мясных замороженных рубленых полуфабрикатов. Установлено, что их использование позволит влиять на характер кристаллизации и протекания физико-химических процессов в мясном сырье при замораживании-размораживании.*

**Ключевые слова:** замораживание, размораживание, кристаллизация, гидроколлоиды, замороженные мясные рубленые полуфабрикаты.