

### Список літератури

1. Украинский рынок детского питания // Food & drinks. – 2012. – № 2. – С. 14.
2. Современное производство детского питания // Кондитерское производство. – 2012. – № 1. – С. 52.
3. Поліпшення якості дитячих молочних виробів // Молочна промисловість – 2012. – № 2. – С. 39.
4. Азгальдов Г. Г. Количественная оценка качества продукции – квалиметрия / Г. Г. Азгальдов. – М. : Экономика, 1986. – 136 с.

Отримано 01.11.2013. ХДУХТ, Харків.

© Н.І. Черевична, Ю.М. Хацкевич, В.М. Кобрін, 2013.

**М.О. Янчева**, канд. техн. наук

**Т.С. Желєва**, асп.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАМОРОЖУВАННЯ– РОЗМОРОЖУВАННЯ НА В'ЯЗКІСТЬ РОЗЧИНІВ ХАРЧОВИХ ІНГРЕДІЄНТІВ ПОЛІСАХАРИДНОЇ ПРИРОДИ

*Досліджено вплив заморожування–розморозування на в'язкість розчинів харчових інгредієнтів полісахаридної природи. Установлено, що під час реалізації циклу «заморожування–розморозування» в'язкість розчинів змінюється. Описано залежності в'язкості розчинів від їх концентрації.*

*Исследовано влияние замораживания–размораживания на вязкость растворов пищевых ингредиентов полисахаридной природы. Установлено, что при реализации цикла «замораживания–размораживания» вязкость растворов меняется. Описаны зависимости вязкости растворов от их концентрации.*

*The effect of freezing and thawing on the viscosity of solutions of polysaccharide food ingredients nature is observed. It was found that the implementation of the cycle "freeze-thaw" viscosity solutions varies. The dependence of viscosity solutions of concentrations was described in the article.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У зв'язку з прискореним темпом життя на українському продовольчому ринку все більше підвищується попит на заморожені харчові продукти. Основну частину ринку замороженої продукції займають заморожені посічені м'ясні напівфабрикати.

Не дивлячись на сучасні техніко-технологічні можливості під час заморожування необоротно відбувається низка небажаних змін. Погіршення якості м'ясної сировини під дією низьких температур пов'язане з виникненням фізичних, гістологічних, колоїдно-хімічних та

біохімічних перетворень. Кристалоутворення, що відбувається під час заморожування супроводжується руйнуванням м'язових волокон, розпадом білків, усиханням м'яса, що впливає на технологічні властивості розмороженої сировини [1]. Одним із шляхів підвищення споживних властивостей заморожених посічених напівфабрикатів є використання у їх складі харчових інгредієнтів, які забезпечать зберігання якості м'ясної сировини на реалізації ланцюга «заморожування – зберігання – розморожування».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проведений аналіз літературних джерел дозволяє стверджувати про необхідність створення та перспективність використання у складі заморожених м'ясних посічених напівфабрикатів харчових інгредієнтів із кріопротекторними властивостями, використання яких дозволить впливати на структуру розчинника та характер кристалізації. Це зумовлює необхідність вивчення їх функціонально-технологічних властивостей під час заморожування-розморожування.

Питання використання інгредієнтів, що мають властивості кріопротекторів, висвітлено в багатьох працях, які доводять позитивний вплив деяких речовин на перебіг фізико-хімічних процесів у м'ясній сировині під час використання низьких температур. Разом із тим попередній аналітичний огляд наукової літератури показав, що системних досліджень із цього питання немає. Вирішення цього завдання лежить у площині подальшого розвитку з урахуванням особливостей конкретних харчових систем.

Інгредієнти полісахаридної природи є високомолекулярними речовинами, які широко розповсюджені в природі та різні за походженням, хімічним складом, властивостями та галуззю використання [2]. Найбільш розповсюджені харчові інгредієнти полісахаридної природи (ХПП), що можуть виявляти високу стійкість до впливу низьких температур, є різні типи карагінану, альгінат натрію, карбоксиметилцелюлози (КМЦ), метилцелюлози (МЦ), камеді, а саме ксантану, гуару, ріжкового дерева та тари [3]. Ступінь прояву функціонально-технологічних властивостей та рівномірність їх розподілу в структурі м'язової тканини залежить від концентрації.

Відомо, що молекули полісахаридів являють собою згорнуті в клубок ланцюги, які у разі потрапляння у воду або в середовище, що містить вільну вологу, розкручуються, тим самим обмежуючи рухливість молекул води. Це призводить до підвищення в'язкості розчину [4]. Тому актуальним є вивчення залежності в'язкості водних розчинів інгредієнтів полісахаридної природи від їх концентрації та вплив заморожування-розморожування на їх властивості.

Відомо, що в'язкість розчинів здебільшого визначається їх молекулярною масою. Крім молекулярної маси, на гідродинамічний розмір полімерних молекул у розчині впливає молекулярна структура. Лійні жорсткі молекули мають великий гідродинамічний розмір, ніж ті, що мають таку ж молекулярну масу – сильно розгалужені, високо еластичні полімери, що призводить до утворення значно більш в'язких розчинів [5]. В'язкість полімерних розчинів суттєво збільшується за деякої критичної концентрації полімеру, за якої відбувається перехід від так званої «розбавленої області», де молекули полімеру здатні незалежно переміщуватися в розчині без взаємопроникнення, до «напіврозбавленої області», де концентрація молекул призводить до утворення полімерних клубків за рахунок взаємного проникнення полімерних молекул. При концентрації набагато більшої критичної концентрації полімеру розчини зазвичай проявляють властивості неньютонівських рідин, для яких характерною є залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву.

Під час набагато меншої критичної концентрації, розчини полімерів є ньютонівськими рідинами, що характеризуються повною протилежністю властивостям неньютонівських [3].

Залежність в'язкості від швидкості зсуву є узагальненою характеристикою, що описує рівноважний стан між процесами відновлення та руйнування структури у встановленому потоці. Характерними для неньютонівських рідин є наявність критичних напружень зсуву, які визначають умовні границі характерних станів системи: межу плинності для області практично незруйнованої структури і межу практично зруйнованої структури. Криві плинності виявляють собою залежність напруження зсуву від швидкості деформації зсуву в умовах простого зсуву [6].

**Мета та завдання статті.** Метою дослідження стало вивчення впливу заморожування-розморожування на в'язкість розчинів ХПП залежно від їх концентрацій.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Об'єктами дослідження були водні розчини к-карагінану BLK 1120, і-карагінану, карбоксиметилцелюлози – Бланоза 7Н4XF, метилцелюлози – 100, альгілату натрію Algogel 3001, камеді ксантану, гуару, ріжкового дерева та тари з концентраціями 0,1...1% до та після заморожування. Температура розчинів під час дослідження становила  $21,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$ .

Дослідження ефективної в'язкості проводили за допомогою ротаційного віскозиметра сталої напруження зсуву ВРН-0,2М за швидкості зсуву  $50 \dots 250 \text{ c}^{-1}$ . Обробка результатів експерименту відбувається в програмі MS Excel [5]. Також паралельно контролювали зовнішній вигляд розчинів.

Проведені дослідження в'язкості ХПП показали, що заморожування не впливає на характер рідини, проте впливає на показники в'язкості. Для отриманих кривих під час збільшення швидкості зсуву настає уповільнене з часом зменшення в'язкості, що характерно для тиксотропних рідин. Отримані криві залежності в'язкості від швидкості зсуву розчинів всіх інгредієнтів, що досліджувались, мають однакову залежність до та після заморожування. Вплив заморожування-розморожування на зовнішній вигляд розчинів ХПП наведено в таблиці.

Відомо, що карагінан залежно від кількості та положення сульфатних ефірів розрізняють трьох типів: каппа, йота і лямбда. Їх основні функціонально-технологічні властивості зумовлені вмістом та співвідношенням етерифікованих сульфатних груп і 3,6-ангідрогалактози [3].

**Таблиця – Зовнішній вигляд розчинів ХПП під час заморожування-розморожування**

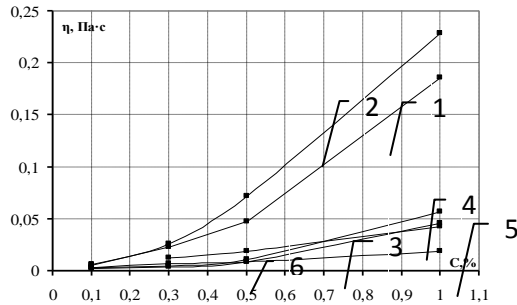
ХПП	Зовнішній вигляд	
	Заморожений розчин	Розморожений розчин
1	2	3
к-карагінан	яскраво виражена кристалічна решітка з чітко видимими великими кристалами льоду, в деяких місцях заморожений розчин відходить від стінок, велика кількість наледеніння та інею на стінках ємності, в якій заморожували	відокремлення вільної вологи, розшарування і наявність агрегованого осаду
і-карагінан	-//-	неоднорідність та розділення системи на дві фази
КМЦ	кристалічна решітка з відносно невеликими кристалами льоду, невелика кількість наледеніння та інею на стінках ємності, в якій заморожували	однорідні розчини
МЦ	кристалічна решітка з відносно невеликими кристалами льоду, кількість наледеніння та інею на стінках ємності, в якій заморожували, незначна	-//-
Альгінат натрію	-//-	-//-

1	2	3
Камедь ксантану	кристалічна решітка з відносно невеликими кристалами льоду, невелика кількість наледеніння та повна відсутність інею на стінках ємності, в якій заморожували	-//-
Камедь гуару	-//-	-//-
Камедь ріжкового дерева	кристалічна решітка з відносно невеликими кристалами льоду, невелика кількість наледеніння та інею на стінках ємності, в якій заморожували	незначна кількість відокремленої води
Камедь тари	кристалічна решітка, у якій візуально не видно утворених кристалів льоду, мінімальна кількість наледеніння і повна відсутність інею на стінках ємності, в якій заморожували	однорідні розчини

Розчини к-карагінану всіх концентрацій утворювали міцні гелі, що не дало можливість виміряти в'язкість. В'язкість 0,05% розчину становить 0,004 Па·с. К-карагінан, мабуть через особливості своєї будови, після розморожування втратив свої структурні властивості та є нестійким до дії низьких температур. Через неоднорідність та розділення систем на дві фази після розморожування, виміряти в'язкість і-карагінану не було можливим.

Аналіз впливу заморожування-розморожування на в'язкість розчинів КМЦ, МЦ, альгілату натрію залежно від їх концентрації (рис.1) показав, що після заморожування в'язкість зразків збільшується. При цьому в'язкість збільшується тим більше, чим вище концентрація розчинів. В'язкість 1%-х розчинів після заморожування КМЦ у 4 рази більша від в'язкості МЦ та в 5,3 рази більша від в'язкості альгілату натрію. Після заморожування в'язкість 1%-х розчинів збільшилась з 0,186 Па·с до 0,229 Па·с (у 1,2 рази) для КМЦ, з 0,046 Па·с до 0,057 Па·с (у 1,2 рази) для МЦ та з 0,019 Па·с до 0,043 Па·с (у 2,3 рази) для альгілату натрію.

У розчині альгілату натрію концентрацією 0,1% на етапі заморожування утворився структурований осад (згусток) та кристали льоду більшого розміру відносно інших концентрацій. Утворення осаду, мабуть, зумовлено збільшенням іонної сили розчину в результаті дії низьких температур у процесі заморожування.



**Рисунок 1 – Вплив заморожування-розморожування на ефективну в'язкість розчинів ХПП залежно від концентрації (1 – розчин КМЦ до заморожування; 2 – розчин КМЦ після заморожування; 3 – розчин МЦ до заморожування; 4 – розчин МЦ після заморожування; 5 – розчин альгінату натрію до заморожування; 6 – розчин альгінату натрію після заморожування) за  $\gamma=200 \text{ c}^{-1}$**

В'язкість усіх розчинів камедей до заморожування збільшується зі збільшенням концентрації (рис. 2; 3). Так, за малих концентрацій збільшення значення показника в'язкості не значне, а при концентрації 1% спостерігається більш стрімке її збільшення. Розчин камеді гуару порівняно з іншими камедями, що досліджувалися має значно більшу в'язкість. В'язкість до заморожування 1%-х розчинів камеді гуару більша ніж камеді ксантану в 2,1 рази, камеді річкового дерева та тари – у 1,1 та 2,8 рази відповідно. Процес заморожування-розморожування по-різному впливає на показники в'язкості камедей. В'язкість після заморожування 1%-го розчину камеді гуару зменшується з 0,18 до 0,16 Па·с (у 1,1 рази), 1%-го розчину камеді річкового дерева з 0,175 до 0,074 Па·с (у 2,4 рази). У інших камедей після заморожування спостерігається збільшення в'язкості. Так, в'язкість зразків 1%-х розчинів камеді ксантану збільшується з 0,084 до 0,094 Па·с (у 1,1 рази), камеді тари – з 0,064 Па·с до 0,179 Па·с (у 2,8 рази).

Таким чином, можна стверджувати, що отримані розчини КМЦ, МЦ, альгінату натрію, камедей ксантану та гуару, камеді тари відповідають положенням щодо властивостей тиксотропних рідин і є неньютонівськими рідинами. Їх полімерні молекули є досить лінійно жорсткими, що зумовлює швидке утворення в їх розчинах міжмолекулярних переплетінь та за концентрацій 1% близькі чи навіть вищі за значення критичної концентрації полімеру. Відповідно, вони мають високу в'язкість за малих швидкостей зсуву, при цьому в'язкість зменшується до мінімальних значень при збільшенні

швидкості зсуву. Зі збільшенням швидкості деформації зсуву одержані криві відхиляються від прямої лінії, що пояснює збільшення молекулярної маси речовини. Такі криві характерні для бінгамівських тіл і відповідають ідеально пластичному плинину. В'язкість всіх розчинів ХПП прямопропорційно залежить від молекулярної маси речовини, отже концентрації розчину. Аналізуючи дослідження в'язкості розчинів ХПП під впливом заморожування-розморожування можна стверджувати, що в розчинах камеді ксантану, камеді тари, альгінату натрію, КМЦ, МЦ під впливом низьких температур відбувається ускладнення переміщення та взаємної орієнтації часток, що призводить до збільшення в'язкості системи.

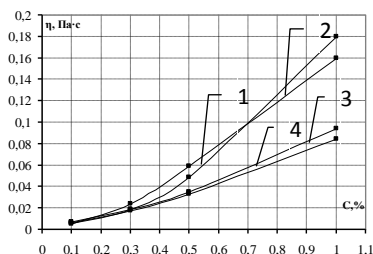


Рисунок 2 – Вплив заморожування-розморожування на ефективну в'язкість розчинів ХПП залежно від концентрації (1 – розчин камеді гуару до заморожування; 2 – розчин камеді гуару після заморожування; 3 – розчин камеді ксантану до заморожування; 4 – розчин камеді ксантану після заморожування) за  $\gamma=200 \text{ c}^{-1}$

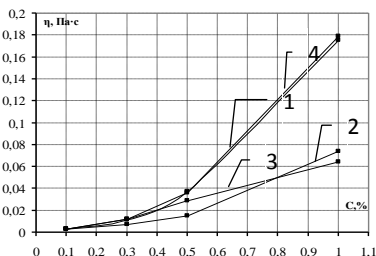


Рисунок 3 – Вплив заморожування-розморожування на ефективну в'язкість розчинів ХПП залежно від концентрації (1 – розчин камеді ріжкового дерева до заморожування; 2 – розчин камеді ріжкового дерева після заморожування; 3 – розчин камеді тари до заморожування; 4 – розчин камеді тари після заморожування) за  $\gamma=200 \text{ c}^{-1}$

**Висновки.** Проведені дослідження впливу заморожування-розморожування на ефективну в'язкість та зовнішній вигляд розчинів різної концентрації ХПП дозволяють стверджувати, що

заморожування-розморожування впливає на всі розчини ХІПП. Так, розчини КМЦ, МЦ, альгінату натрію, камеді ксантану та тари є стійкими до негативного впливу низьких температур, що підтверджує можливість їх використання під час виробництва заморожених м'ясних напівфабрикатів. Подальші дослідження будуть направлені на вивчення інших властивостей обраних харчових інгредієнтів, що підтвердять можливість їх використання у технології заморожених м'ясних напівфабрикатів.

#### *Список літератури*

1. Янчева М. О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів : навч. пос. / М. О. Янчева, Л. В. Пешук, О. Б. Дроменко. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.
2. Ботанико-фармакогностический словарь / К. Ф. Блинова [и др.]. – М. : Высшая школа, 1990. – 136 с.
3. 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.
4. Маюрникова Л. А. Пищевые и биологически активные добавки : учебное пособие для студ. вузов / Л. А. Маюрникова, М. С. Куракин. – Кемерово, 2006. – 124 с.
5. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик : метод. посібник / А. Б. Горальчук [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2006. – 63 с.
6. Горбатов А. В. Реология мясных и молочных продуктов / А. В. Горбатов – М. : Пищевая пром-сть, 1979. – 383 с.

Отримано 01.11.2013. ХДУХТ, Харків.

© М.О. Янчева, Т.С. Желева, 2013.

УДК 637.521.47:664.3.033

**Н.В. Мурликіна**, канд. техн. наук

**М.О. Янчева**, канд. техн. наук

### **ВИЗНАЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯСНИХ ФАРШІВ З ЕМУЛЬГАТОРАМИ АЦИЛГЛІЦЕРИННОЇ ПРИРОДИ**

*Наведено результати дослідження реологічних властивостей м'ясних фаршів з емульгаторами ацилгліцеринної природи. Визначено закономірності зміни структурно-механічних показників фаршів залежно від вмісту емульгаторів і способу підготовки жиркової сировини.*