

С.Л. Юрченко, канд. техн. наук (ХДУХТ, Харків)

Г.О. Сабодаш, здобувач (УКТ, Ужгород)

С.М. Коваленко, студ. (ХДУХТ, Харків)

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦЬЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КАРАГІНАНІВ У ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНИХ ДЕСЕРТІВ

Установлено залежності міцності гелів, утворених розчинами k-карагінану у присутності j-карагінану та CaCl₂ за різних концентрацій компонентів у системі. Визначено раціональні межі введення k-карагінану та j-карагінану в технологіях молочних десертів з використанням сухого молока.

Установлены зависимости прочности гелей, образованных растворами k-каррагинана в присутствии j-каррагинана и CaCl₂ при различных концентрациях компонентов в системе. Определены рациональные границы введения k-каррагинана и j-каррагинана в технологиях молочных десертов с использованием сухого молока.

Dependencies of the strength of gels formed by solutions of k-carrageenan in the presence of j-carrageenan and CaCl₂ at various concentrations of the components in the system were determined. Limits of rational insertion of k-carrageenan and j-carrageenan in technology of dairy desserts with the use of the dried milk.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Проблема економії ресурсів отримала на сьогоднішній день дуже широке розповсюдження. Її вирішення полягає у більш раціональному використанні сировини в різних галузях харчової промисловості. У молокопереробній промисловості при виготовленні продуктів з незбираного молока, таких як вершки, масло й т. ін. при сепаруванні виділяється знежирений залишок, який піддають сушці та отримують продукт під назвою сухе знежирене молоко (СЗМ). Подальше його використання у молокопереробній промисловості ускладнюється тим, що вироби, які виготовляються з використанням СЗМ, не мають властивостей, притаманних продуктам, що виготовлені з незбираного молока та є еталонними для споживачів.

Для покращення характеристик молочної продукції з використанням СЗМ використовують різні харчові добавки. Так, з метою надання продуктам певної структури застосовують карагінани. Найбільш широко використовуються серед карагінанів k-, j- і λ-карагінан, які

відрізняються за своєю будовою та властивостями гелів, які вони утворюють [1-3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У технології виробництва молочних десертів найчастіше застосовують к-карагінан, гелі на основі якого характеризуються найбільшою міцністю, але наукового обґрунтування його використання не висвітлено у джерелах загальнодоступної літератури. Не достатньо описано також його поведінку в різних за складом харчових системах, зокрема у суміші з j-карагінаном.

Мета та завдання статті. Метою роботи є вивчення впливу концентрацій іонів Ca^{2+} та j-карагінану на міцність гелів к-карагінану для обґрунтування доцільності використання карагінанів в технології молочних десертів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У роботі використано к- та j-карагінани фірми «Едвайс» та хімічно чистий CaCl_2 з метою моделювання впливу іонів кальцію. Міцність гелів визначали стандартним методом на приладі Валента.

Визначено міцність гелів, утворених к-карагінаном, в залежності від його концентрації. Результати досліджень наведено на рис. 1.

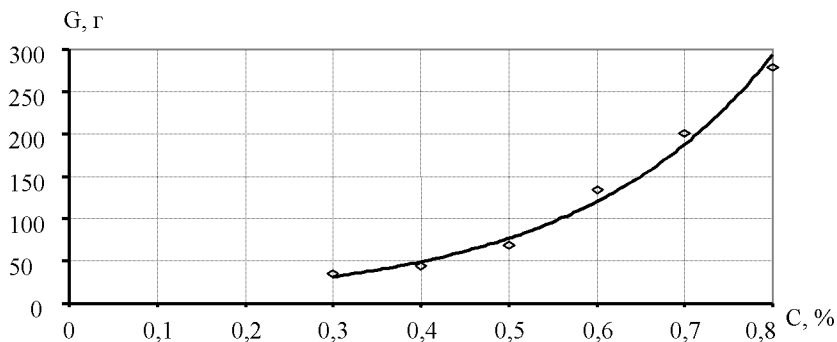


Рисунок 1 – Залежність міцності гелів, утворених к-карагінаном, від його концентрації

Отримані дані свідчать про те, що збільшення концентрації к-карагінану у порівняно вузьких межах призводить до значного збільшення міцності гелів: міцність збільшується з $34,5 \pm 0,4$ до $278,5 \pm 0,5$ г зі збільшенням концентрації к-карагінану з 0,3 до 0,8%.

Встановлено, що процес гелеутворення в системі, що містить к-карагінан, починається за концентрацій від 0,1%, проте дана система

дуже хитка і руйнується навіть при незначних механічних навантаженнях (наприклад, струшуванні зразків), що є небажаним явищем в технології десертної продукції з гелеподібною структурою та передбачає проведення комплексу досліджень щодо визначення міцності гелів на основі к-карагінану.

Відомо, що гелі на основі к-карагінану відзначаються значним синерезисом і характеризуються як крихкі [4; 5]. Зменшення синерезису та регулювання структурно-механічних властивостей можливе за рахунок використання j-карагінану, який утворює гелі у присутності іонів Ca^{2+} з високими тиксотропними властивостями.

Подальші дослідження були спрямовані на визначення можливості посилення міцності гелів к-карагінану введенням у систему j-карагінану. Результати досліджень представлено на рис. 2.

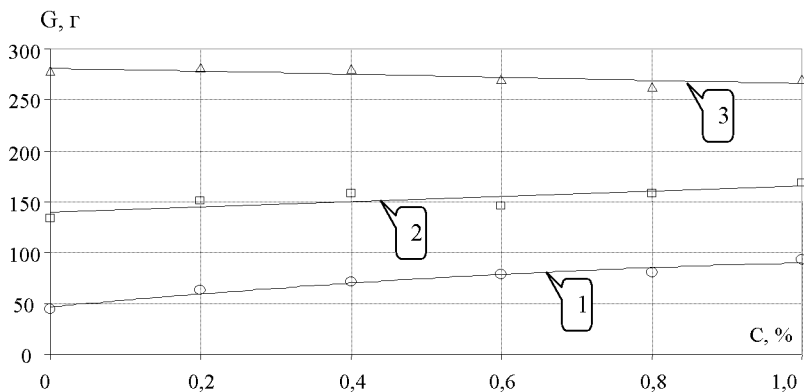


Рисунок 2 – Залежність міцності гелів к-карагінану від концентрації j-карагінану: 1 – 0,4% розчин карагінану; 2 – 0,6% розчин карагінану; 3 – 0,8% розчин карагінану

Наведені дані свідчать про те, що введення до розчинів к-карагінану концентрацією 0,4 та 0,6% j-карагінану призводить до збільшення міцності гелів. Так, при введенні у розчин к-карагінану концентрацією 0,4% j-карагінану у концентраціях від 0,1 до 1,0% міцність гелів поступово збільшується з $44,2 \pm 0,4$ до $92,7 \pm 0,4$ г. Міцність гелів к-карагінану концентрацією 0,6% при введенні j-карагінану у зазначених концентраціях збільшується з $133,8 \pm 0,5$ до $168,8 \pm 0,5$ г. При введенні j-карагінану у розчин к-карагінану у концентрації 0,8% міцність гелів дещо знижується під час всіх досліджених концентрацій

j-карагінану. Тобто вплив j-карагінану на міцність гелів k-карагінану більш виражений за концентрації k-карагінану 0,4%.

Оскільки поведінка гелів, утворених карагінанамі, вивчається нами для обґрунтування доцільності введення караганів до складу молочних десертів з гелеподібною структурою або для стабілізації гетерогенних структур (емульсій, пін), то необхідно враховувати вплив зовнішніх чинників на поведінку цих гелів. Відомо, що безпосередній вплив на міцність гелів карагінану здійснює присутність у системі іонів K^+ та Ca^{2+} . Оскільки караганани є солями металів (калію), то в розчинах караганів у присутності іонів Ca^{2+} відбувається перерозподіл іонів та зміна міцності гелів [4; 6]. Оскільки іони Ca^{2+} присутні у СЗМ, доцільно дослідити їх вплив на міцність гелів.

На рисунку 3 представлено зміни міцності гелів, утворених k-карагінаном, у присутності в системі $CaCl_2$.

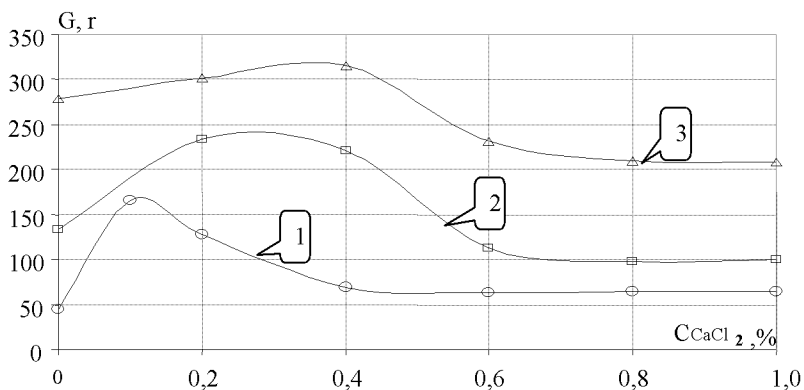


Рисунок 3 – Залежність міцності гелів, утворених k-карагінаном, від концентрації $CaCl_2$: 1 – 0,4% розчин карагінану; 2 – 0,6% розчин карагінану; 3 – 0,8% розчин карагінану

Отримані дані свідчать, що при введенні $CaCl_2$ у концентрації від 0,1 до 0,4%, що відповідає вмісту іонів Ca^{2+} на рівні 36...144 мг%, міцність гелів, утворених розчинами k-карагінану концентрацією 0,4 та 0,6%, значно зростає. Міцність гелів, утворених розчином k-карагінану концентрацією 0,8% змінюється не суттєво. Введення $CaCl_2$ у концентрації 0,6% і вище не сприяє підвищенню міцності гелів. Отримані дані свідчать про доцільність використання k-карагінану в якості гелеутворювача в рецептурах молочних десертів, оскільки вміст іонів Ca^{2+} у молоці знаходиться на рівні 120 мг %.

На наступному етапі досліджень нами було визначено вплив концентрацій іонів Ca^{2+} на гелі, які утворені сумішшю к- та j-караганів за різних концентрацій. Результати експериментів представлено на рисунках 4-6.

На рисунку 4 наведено залежність міцності гелів, утворених розчином к-карагану за концентрації 0,4% від концентрацій j-карагану та CaCl_2 .

Отримані дані свідчать, що введення CaCl_2 у концентрації 0,1% найбільш суттєво збільшує міцність гелю, що містить 0,2% j-карагану. Збільшення концентрації CaCl_2 до 0,2...0,4% знижує міцність гелів.

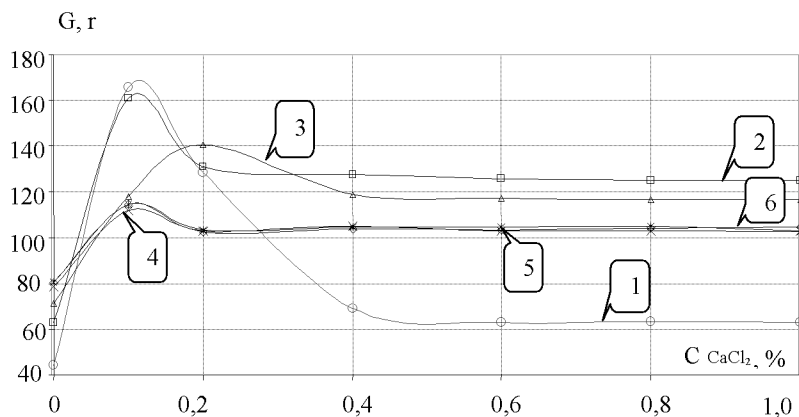


Рисунок 4 – Залежність міцності гелів, утворених 0,4% розчином к-карагану від концентрації j-карагану та CaCl_2 : 1 – 0,4 % розчин к-карагану; 2 – 0,4% розчин к-карагану та 0,2% розчин j-карагану; 3 – 0,4% розчин к-карагану та 0,4% розчин j-карагану; 4 – 0,4% розчин к-карагану та 0,6% розчин j-карагану; 5 – 0,4% розчин к-карагану та 0,8% розчин j-карагану; 6 – 0,4% розчин к-карагану та 1,0% розчин j-карагану

Введення CaCl_2 у концентрації 0,2% і більше до розчину к-карагану, який містить 0,2% j-карагану, менш виражено впливає на міцність гелів у порівнянні з його впливом за концентрації 0,1%. За концентрації CaCl_2 0,1% міцність гелів зростає з $62,9 \pm 0,5$ до $161 \pm 0,5$ г, а за концентрації CaCl_2 0,2% і більше до $131,1 \dots 124,8$ г.

Найбільш виражений вплив на міцність гелів, утворених розчином к- та j-карагану концентраціями 0,4%, має введення CaCl_2 в концентрації 0,2%. При цьому міцність гелів зростає вдвічі і досягає зна-

чення $140,5 \pm 0,5$ г. При введенні CaCl_2 у розчин к-карагіану концентрацією 0,4%, який містить ј-карагіан у концентрації 0,6...1,0%, міцність гелів підвищується у близьких межах. При цьому найбільш виражене підвищення міцності гелів спостерігається за концентрації CaCl_2 0,1% і досягає значень 112...114,4 г. При введенні CaCl_2 у концентрації 0,2% і більше міцність гелів збільшується до 102,4...104,8 г.

На рисунку 5 наведено залежність міцності гелів, утворених розчином к-карагіану концентрацією 0,6%, від концентрації ј-карагіану та CaCl_2 .

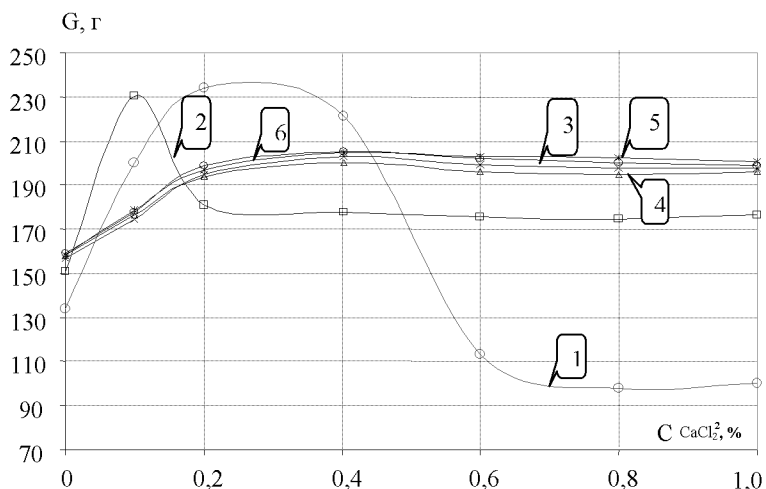


Рисунок 5 – Залежність міцності гелів, утворених 0,6% розчином к-карагіану, від концентрації ј-карагіану та CaCl_2 : 1 – 0,4% розчин к-карагіану; 2 – 0,4% розчин к-карагіану та 0,2% розчин ј-карагіану; 3 – 0,4% розчин к-карагіану та 0,4% розчин ј-карагіану; 4 – 0,4% розчин к-карагіану та 0,6% розчин ј-карагіану; 5 – 0,4% розчин к-карагіану та 0,8% розчин ј-карагіану; 6 – 0,4% розчин к-карагіану та 1,0% розчин ј-карагіану

Отримані дані свідчать, що присутність CaCl_2 впливає на міцність гелів, утворених розчином к-карагіану концентрацією 0,6% за екстремальним характером. Найбільш суттєво зростає міцність гелів при введенні CaCl_2 у концентрації 0,1...0,4%. Збільшення концентрації CaCl_2 до 0,5% і більше поступово знижує міцність гелів до значень 98...113,2 г.

Введення CaCl_2 у розчин к-карагінану концентрацією 0,6% та j-карагінану концентрацією 0,2% суттєво збільшує міцність гелів за концентрації 0,1% (з $150,9 \pm 0,5$ до $230,5 \pm 0,6$ г). При підвищенні вмісту CaCl_2 у системі до 0,2% і більше міцність гелів зростає менш виражено та досягає значень 174,8...178 г.

Подальше зростання концентрації j-карагінану у системі змінює характер залежності міцності гелів від концентрації CaCl_2 . Міцність гелів, утворених цими розчинами, поступово зростає при введенні 0,1, 0,2 та 0,4% CaCl_2 (з 156,7...159,1 до 202,8...205,2 г). Підвищення концентрації CaCl_2 до 0,6...1,0% не призводить до збільшення міцності гелів.

Вплив CaCl_2 та j-карагінану на міцність гелів, утворених розчинами к-карагінану концентрацією 0,8%, наведено на рисунку 6.

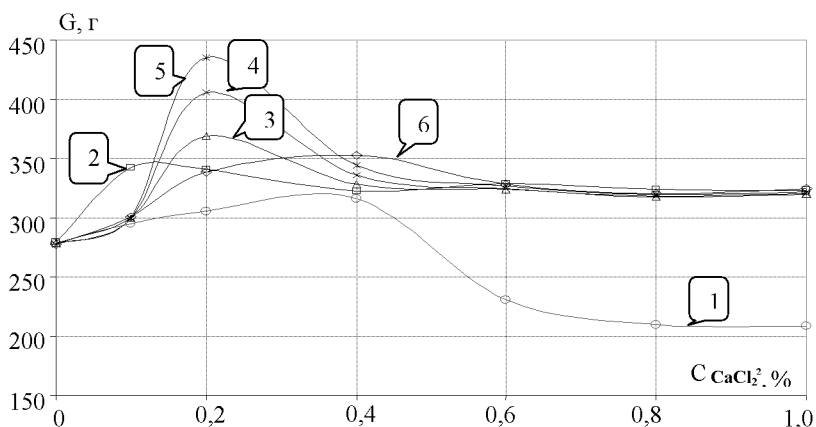


Рисунок 6 – Залежність міцності гелів, утворених 0,8% розчином к-карагінану, від концентрації j-карагінану та CaCl_2 : 1 – 0% j-карагінану; 2 – 0,2% j-карагінану; 3 – 0,4% j-карагінану; 4 – 0,6% j-карагінану; 5 – 0,8% j-карагінану; 6 – 1,0% j-карагінану

Якщо порівняти характер кривої, що описує поведінку гелю, утвореного розчином к-карагінану в присутності CaCl_2 , та характер кривих, утворених розчинами к- та j-карагінанів в присутності CaCl_2 , то, перш за все, слід відмітити зростання міцності гелів при додаванні j-карагінану саме у присутності CaCl_2 .

Так, розчини, які містять 0,8% к-карагінану та 0,2% j-карагінану утворюють найбільш міцні гелі за концентрації CaCl_2 0,1...0,2%. При цьому введення CaCl_2 збільшує міцність гелів з $279,4 \pm 0,6$ до $342,6 \pm 0,6$ г. Підвищення вмісту j-карагінану до 0,4...1,0%

та CaCl_2 до 0,2% сприяє збільшенню міцності гелів. За такої концентрації CaCl_2 найсуттєвіший вплив на міцність гелів к-карагінану здійснює присутність j-карагінану в концентрації 0,4...0,8%. Збільшення концентрації CaCl_2 до 0,4% дещо знижує міцність гелів. Подальше зростання концентрації CaCl_2 до 0,8...1,0% не впливає на міцність гелів.

Висновки. Таким чином, отримані дані дозволяють зробити наступні висновки:

– введення j-карагінану у концентрації 0,1...1,0% до розчинів к-карагінану у концентрації 0,4 та 0,6% сприяє збільшенню міцності гелів; більш виражений вплив j-карагінану на міцність гелів к-карагінану відмічено при його введенні в розчини к-карагінану концентрацією 0,4%;

– введення CaCl_2 у концентрації, що відповідає вмісту іонів кальцію у СЗМ найбільш суттєво впливає на міцність гелів, утворених розчинами к-карагінану та j-карагінану концентраціями 0,4%.

Отримані дані підтверджують, що введення карагінанів до складу молочних десертів з гелеподібною структурою є обґрунтованим та дають змогу визначити раціональний діапазон введення карагінанів у дану продукцію. Крім цього присутність суміші карагінанів дозволяє регулювати міцність гелів, пружність та еластичність. Поєднання к- та j-карагінанів дозволяє зменшити їх синерезис.

Список літератури

1. Нечаев, А. П. Пищевые добавки [Текст] / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М. : Колос, 2001. – 256 с.
2. Толстогузов, В. Б. Новые формы белковой пицци (Технологические проблемы и перспективы производства) [Текст] / В. Б. Толстогузов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 303 с.
3. Кирьянова, А. А. Использование гидроколлоидов в молочном производстве [Текст] / А. А. Кирьянова, И. Л. Корецкая // Молочное дело. – 2006. – № 2. – С. 44–45.
4. Колмакова, Н. Аэрированные молочные продукты : ингредиенты на основе карагинанов как альтернатива желатину [Текст] / Н. Колмакова // Пищевая промышленность. – 2003. – № 11. – С. 56–58.
5. Отечественные стабилизационные системы в молочном производстве [Текст] // Молочное дело. – 2003. – № 7. – С. 14–17.
6. Берегова, И. В. Пектины и карагинаны в продуктах нового поколения [Текст] / И. В. Берегова // Молочное дело. – 2008. – С. 14–15.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.

© С.Л. Юрченко, Г.О. Сабодац, С.М. Коваленко, 2009.