

Complex. The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics: 12-th Intern. Conf. "CADSM'2013", 19-23 February 2013, Polyana-Svalyava (Zakarpattya), Ukraine. Lviv: Publishing House Vezha Co, 422-424.

7. Sumam, M., Poulouse, J. (2013). Wolfram|Alpha: A Computational Knowledge Engine. Cochin: Department of computer science Cochin University of Science and Technology, 6-10.

8. Hettenhausen, J., Lewis, A., Blair, B. (2013). A RESTful Web Service for High Performance Computation based

on Nimrod/G. Brisbane: eResearch Australasia Convergence (7), Griffith University, 3.

9. Bulakh, B., Kramar, O. (2015). Semantic integration of a grid and cloud resources into complex of engineering computing. Kyiv: System Analysis and Informational Technologies: 17th International science and technology conference, 185.

10. Yaremenko, V. (2015). Modelling of semantic Web applications based on annotated REST Web services. Kyiv: System Analysis and Informational Technologies: 17th International science and technology conference, 217.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Петренко А. І.
Дата надходження рукопису 17.06.2015*

Булах Богдан Вікторович, кандидат технічних наук, кафедра системного проектування, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: bogdan_bulakh@ukr.net

Яременко Вадим Сергійович, кафедра системного проектування, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: vadim94@live.com

УДК 637.358.073:539.376

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.45839

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОЛЕЙ КАЛЬЦІЮ ТА КАЛІЮ РІЗНОЇ ПРИРОДИ НА МІЦНІСТЬ ГЕЛІВ КАППА-КАРАГІНАНУ

© П. В. Гурський, Т. І. Маренкова, Д. О. Бідюк, Ф. В. Перцевой

Досліджено вплив деяких органічних та мінеральних солей кальцію та калію на міцність гелів каппа-карагінану. Встановлено вплив масової концентрації окремих солей кальцію на міцність гелів з різним вмістом каппа-карагінану. Обґрунтовано масову концентрацію деяких солей кальцію для використання їх у складі желе для солодких та солоних страв на основі каппа-карагінану

Ключові слова: каппа-карагінан, міцність гелю, гелеутворення, синерезис, електростатичні зв'язки, солі кальцію та калію

The influence of certain organic and mineral salts of potassium and calcium on strength of kappa-carrageenan gel is studied. The influence of the mass concentration of some calcium salts on strength of gels with different content of kappa-carrageenan is defined. Mass concentration of some calcium salts for use in the composition of the jelly for sweet and savory dishes based on kappa-carrageenan is proved

Keywords: kappa-carrageenan, gel strength, gelation, syneresis, electrostatic connection, calcium and potassium salts

1. Вступ

Важливим завданням у зростанні рівня споживання желевної продукції є раціональне використання гелеутворювачів, регулювання структурно-механічних властивостей готової продукції, розширення асортименту та зниження собівартості.

Розробка желевної продукції з раціональними витратами гелеутворювачів є актуальним завданням з огляду на те, що вітчизняні виробники в класичних технологіях використовують не дешеві імпортовані гелеутворювачі (агар, карагінани, фуцеларан, пектини, желатин). Одними із поширених гелеутворювачів, який використовується у складі желевної продукції є група карагінанів, зокрема каппа-карагінан. Важливим кро-

ком у цьому напрямку є якісна зміна його функціональних властивостей шляхом дії речовин-синергістів.

2. Постановка проблеми

Застосування каппа-карагінану у складі харчових продуктів різноманітне завдяки широкому спектру його функціонально-технологічних властивостей [1-4]. Важливою його функціональною властивістю є здатність до гелеутворення, на чому засновано його використання в технології різних видів желевної продукції для харчової промисловості та ресторанно-го господарства [1-7].

Гелеутворювальну здатність каппа-карагінану та міцність структури гелів на його основі можна підвищити шляхом введення в рецептурну суміш

різних солей, що є джерелами іонів Ca^{2+} та K^+ . Це дозволить не тільки заощадити певну кількість каппа-карагінану як дорогоцінну сировину, але й отримати структуру із наперед заданими структурно-механічними властивостями, не погіршуючи при цьому якість готової желевної продукції, спростити технологію виробництва, знизити собівартість желевної продукції [1–4].

3. Літературний огляд

За хімічною будовою каппа-карагінан являє собою гетерополісахарид червоних морських водоростей, що складається з ланок 1,3-зв'язаного галактоза-4-сульфату (25...30 %) та 1,4-зв'язаної 3,6-ангідрогалактози (28...35 %) [1–4]. Цей полісахарид утворює щільний, термозворотний та міцний гель. Однак гелі на його основі мають і ряд відомих недоліків, серед яких – синерезис, крихка консистенція, невелика міцність [1–4], що є небажаним та має негативний вплив на якість та строки зберігання готової желевної продукції.

Для усунення цих недоліків, як правило, використовують солі різної природи (кальцієві та калієві), а також інші речовини білково-полісахаридної природи, що виявляють з каппа-карагінаном синергетичний ефект (молочні білки, желатин, камедь ріжкового дерева, ксантан, пектин тощо) [1–4].

Найбільш міцні гелі каппа-карагінан дає в присутності іонів Ca^{2+} та K^+ . Однак, іони Ca^{2+} роблять гелі каппа-карагінану крихкими, а іони K^+ – еластичними [1–4].

Існує декілька моделей гелеутворення каппа-карагінану, серед яких найбільш відомі: двостадійна, «доменна» модель, запропонована David A. Rees [8], а також альтернативна модель, запропонована Smidsrod O. [9]. В обох моделях спіралізація макромолекул каппа-карагінану за рахунок утворення водневих зв'язків розглядається як первинний процес, що веде до гелеутворення. Функція іонів металів, що сприяють гелеутворенню, зокрема Ca^{2+} та K^+ , зводиться до промотування спіралізації та участю у формуванні контактів між спіралізованими ділянками макромолекул.

Вважається, що гідратовані іони K^+ можуть проникати у подвійні спіралі макромолекул та стабілізувати їх. При цьому спорідненість іонів K^+ до сульфатованих груп достатньо висока, чим пояснюється підвищення чутливості каппа-карагінану до іонів K^+ з підвищенням вмісту 3,6-ангідрогалактози [3, 8, 9].

Іони Ca^{2+} у свою чергу здатні утворювати містки між сусідніми подвійними спіралями за допомогою електростатичних зв'язків між сусідніми сульфатними групами та за рахунок цього підвищувати міцність гелю [1, 8, 9].

Отже, вивчення міцності гелів на основі каппа-карагінану з якісно зміненими функціональними вла-

стивостями обумовлює актуальність обраного напрямку досліджень.

4. Дослідження впливу деяких органічних та мінеральних солей кальцію та калію на міцність гелів каппа-карагінану

Метою експериментальних досліджень було:

– вивчення впливу фіксованої масової концентрації деяких органічних та мінеральних солей кальцію та калію на міцність гелів з фіксованим вмістом каппа-карагінану ;

– встановлення впливу масової концентрації окремих солей кальцію на міцність гелів з різним вмістом каппа-карагінану ;

– вибір, обґрунтування виду та масової концентрації солей кальцію для використання їх у складі желе для солодких та солоних страв на основі каппа-карагінану.

Вивчення впливу масової концентрації солей різної природи на міцність гелів каппа-карагінану проводили у два етапи. На першому етапі готували гелі каппа-карагінану з його масовою концентрацією 0,6 % та різними солями – 0,3 %. На другому етапі досліджували вплив масової концентрації окремих солей кальцію від 0,1 до 0,5 % на гелі каппа-карагінану з його вмістом від 0,6 до 1,0 %.

Для приготування гелів каппа-карагінану підготовлювали розчини цього полісахариду та розчини відповідних солей з урахуванням їх однакової кінцевої концентрації у готовому гелі.

Для приготування розчину каппа-карагінану підготовлену наважку полісахариду заливали водою з температурою 20...25 °С, залишали для набрякання протягом (15...20)×60 с. Після чого суміш розчиняли на водяній лазні. Отриманий розчин охолоджували до температури 50...60 °С.

Для приготування розчину солей готували їх наважки та розчиняли у воді (табл. 1, № 2, 6–11) чи розчині лимонної кислоти з концентрацією 50 % (табл. 1, № 3–5). Розчин лимонної кислоти брали у кількості 2 % від маси готового гелю (табл. 1). Суміші солей (табл. 1, № 12–14) розчиняли відповідно як вищенаведені.

До охолодженого розчину каппа-карагінану додавали розчин відповідної солі, ретельно перемішували, розливали у п'ять стаканчиків та залишали для структуроутворення на 4 год. за температури 20 °С.

Вимірювання міцності отриманих гелів проводили за стандартною методикою за допомогою приладу Валента, маса рухомої системи якого становила 107 г, а швидкість збільшення навантаження – 10–12 г/с [11].

Дослідження міцності гелів проводили у п'яти повтореннях з наступним розрахунком середнього арифметичного та довірчого інтервалу з використанням критерію Ст'юдента при надійній імовірності 0,95. При цьому відносна помилка складала не більше 5 %. Міцність драглю виражали у грамах.

Таблиця 1

Характеристика харчових добавок – солей кальцію та калію [9]

№ з/п	Назва солі	Хімічна формула	Концентрація солі, %	Індекс харчової добавки
1	Контроль (без солі)	–	–	–
2	Кальцій молочнокислий	$\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$	0,3	E327
3	Кальцій лимонно-кислий 4-водний	$\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,3	E333
4	Кальцій фосфорно-кислий 2-заміщений 2-водний ¹	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,3	E341
5	Кальцій фосфорно-кислий 3-заміщений ¹	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	0,3	E341
6	Кальцій хлористий	CaCl_2	1,02	E509
7	Калій лимоннокислий 3-заміщений 1-водний	$\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,3	E332
8	Калій фосфорно-кислий 1-заміщений	KH_2PO_4	0,3	E340
9	Калій фосфорно-кислий 2-заміщений	K_2HPO_4	0,3	E340
10	Калій фосфорно-кислий 4 заміщений	$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$	0,3	E450
11	Калій хлористий	KCl	0,3	E508
12	Калій лимоннокислий 3-заміщений 1-водний Кальцій лимонно-кислий 4-водний	$\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,3 0,3	E332 E333
13	Калій фосфорно-кислий 1-заміщений Кальцій молочнокислий	KH_2PO_4 $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$	0,3 0,3	E340 E327
14	Калій хлористий Кальцій хлористий	KCl CaCl_2	0,3 1,0 ²	E508 E509

Примітка: ¹ – для розчинення солей було використано 50%-й розчин лимонної кислоти у кількості 2 %. ² – у якості харчової добавки було використано розчин CaCl_2 з його концентрацією 2,8 %

5. Апробація результатів досліджень

Відомо, що для виготовлення желе для солодких та солоних страв у ресторанному господарстві класичним гелеутворювачем є желатин [12]. Для встановлення діапазонів міцності для желе з використанням каппа-карагінану, досліджували міцність гелів на основі желатину з його концентрацією від 2,0 до 4,5% (рис.1). Слід підкреслити, що згідно зі Збірником рецептур [12] для солодких страв з драгледоподібною структурою (з вмістом цукру до 16 %) концентрація желатину в рецептурі складає в межах $3,00 \pm 0,25$ %, для солоних страв (з вмістом кухонної солі до 2 %) – в межах $4,00 \pm 0,25$ %.

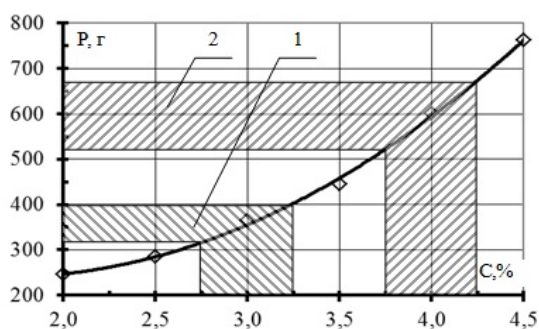


Рис. 1. Залежність міцності гелів желатину від його концентрації: 1 – раціональний діапазон міцності гелю з концентрацією желатину $3,00 \pm 0,25$ % для солодких страв, 2 – раціональний діапазон міцності гелю з концентрацією желатину $4,00 \pm 0,25$ % для солоних страв

Встановлено, що за концентрації желатину $3,00 \pm 0,25$ % міцність структури гелю складає 360 ± 40 г, а за концентрації желатину $4,00 \pm 0,25$ % – 600 ± 80 г.

Експериментально доведено (рис. 2), що вплив солей кальцію та калію різної природи на міцність гелів каппа-карагінану має різний характер та залежить від виду та природи солі, яка обумовлює різну ступіть дисоціації та комплексоутворення іонів Ca^{2+} та K^+ у розчинах солей.

Взагалі додавання вибраних солей сприяло підвищенню міцності гелів каппа-карагінану на 199,0...332,3 % у порівнянні з контролем (рис. 2, поз. 1), тобто від $159,8 \pm 6,2$ г до $(318,4 \pm 12,7...531,6 \pm 20,2)$ г. За здатністю підвищувати міцність гелів каппа-карагінану солі та їх суміші було розташовано у певному порядку (рис. 2).

За результатами досліджень (рис. 2) встановлено, що необхідну міцність желе для солодких страв можуть забезпечити гелі за вмісту каппа-карагінану 0,6% з додаванням всіх солей кальцію та калію, а також їх сумішей. Але при застосуванні калієвих солей спостерігається синерезис, що узгоджується з відомими літературними даними [1–4, 8, 9].

В подальших дослідженнях для встановлення впливу концентрації солей на міцність драглев з різним вмістом каппа-карагінану було обрано кальцій лимоннокислий 4-водний (рис. 3), кальцій молочнокислий 4-водний (рис. 4), кальцій фосфорнокислий 2-заміщений 2-водний (рис. 5) та кальцій фосфорнокислий 3-заміщений (рис. 6), які можуть забезпечити підвищення міцності гелю каппа-карагінану в необхідних межах для солодких та солоних страв відповідно 360 ± 40 г та 600 ± 70 г.

Доведено (рис. 3), що необхідна міцність гелів забезпечується: для солодких страв – за вмісту каппа-карагінану 0,6 % з додаванням кальцію лимоннокислого 4-водного в кількості 0,07...0,32 %, для солоних страв – за вмісту каппа-карагінану 0,8 % з додаванням кальцію лимоннокислого 4-водного 0,05...0,28 %.

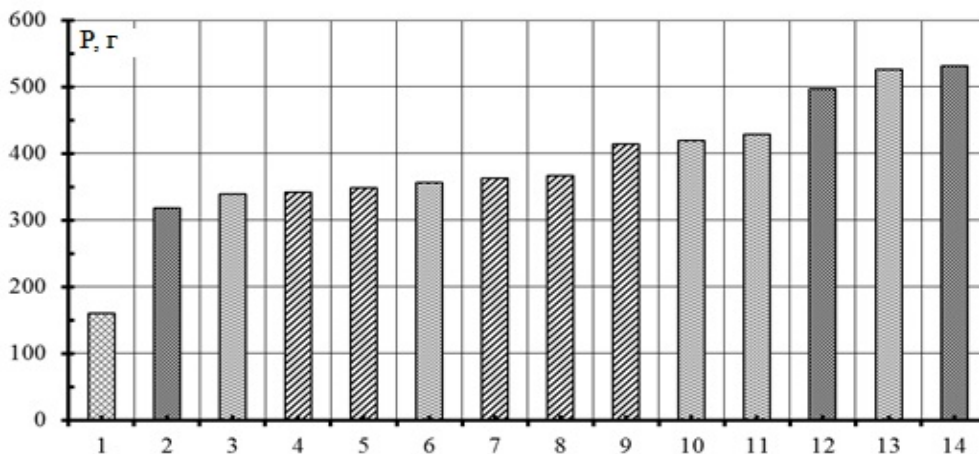


Рис. 2. Міцність гелів за концентрації каппа-карагінану 0,6 % з різними солями кальцію (4 – $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 5 – CaCl_2 , 7 – $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 8 – $\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$, 9 – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), калію (3 – $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, 6 – $\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 10 – KH_2PO_4 , 11 – K_2HPO_4 , 13 – KCl) за їх концентрації 0,3 % та їх сумішами (2 – $\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 12 – $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$, 14 – $\text{KCl} + \text{CaCl}_2$)

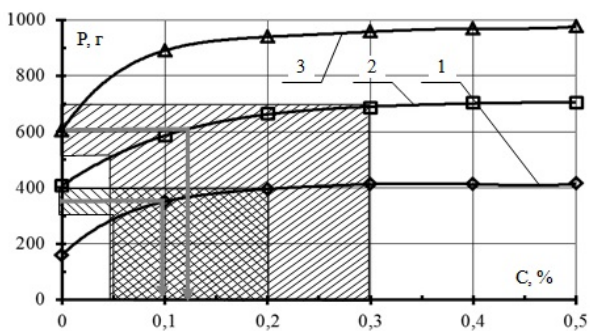


Рис. 3. Залежність міцності гелів із вмістом каппа-карагінану: 1 – 0,6 %; 2 – 0,8 %; 3 – 1,0 % від концентрації кальцію лимоннокислого 4-водного

Аналізом даних впливу вмісту кальцію молочнокислого на міцність гелів каппа-карагінану встановлено (рис. 4), що для забезпечення необхідної міцності желе потрібна дещо більша концентрація цієї солі у порівнянні з кальцієм лимоннокислим 4-водним. Встановлено (рис. 4), що за вмісту каппа-карагінану 0,6 % міцність гелів для солодких страв та за вмісту каппа-карагінану 0,8 % міцність гелів для солоних страв забезпечується внесенням кальцію молочнокислого відповідно 0,08...0,20 % та 0,04...0,30 %.

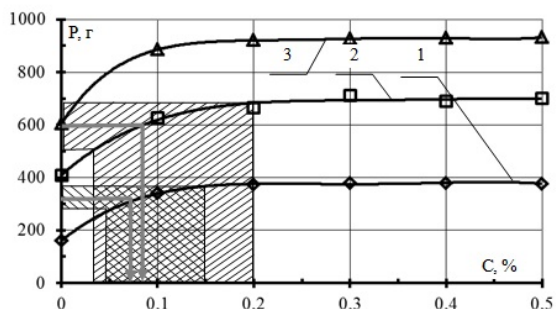


Рис. 4. Залежність міцності гелів із вмістом каппа-карагінану 1 – 0,6 %; 2 – 0,8 %; 3 – 1,0 % від концентрації кальцію молочнокислого

Збільшення міцності гелів каппа-карагінану спостерігається у присутності кальцію фосфорнокислого 2-заміщеного (рис. 5) та кальцію фосфорнокислого 3-заміщеного (рис. 6).

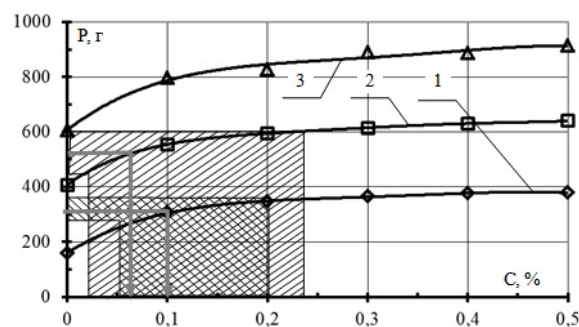


Рис. 5. Залежність міцності гелів із вмістом каппа-карагінану 1 – 0,6 %; 2 – 0,8 %; 3 – 1,0 % від концентрації кальцію фосфорнокислого 2-заміщеного 2-водного

Встановлено (рис. 5), що необхідну міцність гелів можливо забезпечити: для солодких страв за вмісту каппа-карагінану 0,6 % та для солоних страв за вмісту каппа-карагінану 0,8 % при додаванні кальцію фосфорнокислого 2-заміщеного 2-водного в кількості відповідно 0,12...0,50 % та 0,07...0,50 %.

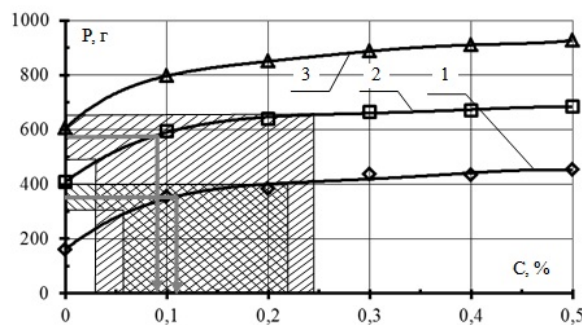


Рис. 6. Залежність міцності гелів із вмістом каппа-карагінану 1 – 0,6 %; 2 – 0,8 %; 3 – 1,0 % від концентрації кальцію фосфорнокислого 3-заміщеного

Аналізом даних (рис. 6) встановлено, що для забезпечення необхідної міцності гелів: для солодких страв за вмісту каппа-карагінану 0,6 % та для солоних страв за вмісту каппа-карагінану 0,8 % можливе при додаванні кальцію фосфорнокислого 3-заміщеного в кількості відповідно 0,07...0,19 % та 0,05...0,42 %.

При використанні в технології желе на основі каппа-карагінану вказаного переліку солей, що містять іони кальцію, за динамікою росту міцності (рис. 3–6) їх можна розташувати у такій послідовності: кальцій фосфорнокислий 3-заміщений → кальцій лимоннокислий 4-водний → кальцій молочнокислий → кальцій фосфорнокислий 2-заміщений (табл. 2).

Таблиця 2

Рациональні концентрації солей кальцію

Найменування солі	Рациональна концентрація солі для забезпечення міцності структури желе (рис. 1), %	
	для солодких страв, за концентрації каппа-карагінану 0,6 %	для солоних страв, за концентрації каппа-карагінану 0,8 %
Кальцій лимоннокислий 4-водний	0,07...0,32	0,05...0,28
Кальцій молочнокислий	0,08...0,20	0,04...0,30
Кальцій фосфорнокислий 2-заміщений 2-водний	0,12...0,50	0,07...0,50
Кальцій фосфорнокислий 3-заміщений	0,07...0,19	0,05...0,42

Аналізуючи отримані дані (табл. 2), можна стверджувати, що з технологічної точки зору найпростіше використовувати кальцій молочнокислий, що має найменшу необхідну концентрацію для солодких та солоних страв відповідно 0,08...0,20 % та 0,04...0,30 % та не потребує спеціальних умов розчинення.

6. Висновки

Отже, експериментально встановлено, що для гелів для солодких страв забезпечення необхідної міцності структури гелів можливе за умови використання каппа-карагінану за концентрації 0,6 % з додаванням кальцію лимоннокислого 4-водного, кальцію молочнокислого, кальцію фосфорнокислого 2-заміщеного 2-водного та кальцію фосфорнокислого 3-заміщеного в межах 0,07...0,50 %, а для гелів для солоних страв – каппа-карагінану за концентрації 0,8 % з додаванням цих же солей в межах 0,04...0,50 %.

Література

1. Филлипс, Г. О. Справочник по гидроколлоидам [Текст] / Г. О. Филлипс, П. А. Вильямс; пер. с англ.; под ред. А. А. Кочетковой, Л. А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
2. Сабадош, Г. О. Технологія десертів молочних з використанням карагінанів [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / Г. О. Сабадош. – Харків, 2010. – 276 с.
3. Светлаков, Д. Б. Разработка композиций на основе каппа-карагинана для регулирования реологических свойств эмульгированных мясopодуктов [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / Д. Б. Светлаков. – М., 2004. – 117 с.
4. FMC Marine Colloids™ Карагинан. Технологическая информация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biokhim.com/data2/fmc/FMC%20biopolymer.pdf>
5. Пат. на корисну модель 53127 Україна, МПК A23L 1/06. Желейний мармелад [Текст] / Дорохович А. М., Соловйова О. Л., Бондарук, Ю. К. – № u201003479; заявл. 25.03.2010; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18. – 2 с.
6. Пат. на корисну модель 92401 Україна, МПК A23L 1/325, A23B 4/00. Спосіб приготування рибних консервів в желе [Текст] / Богомолова В. В. – № a 200900303; заявл. 16.01.2009; опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20. – 2 с.

7. Кузнецова, Л. С. Перспективы использования каррагинанов в кондитерском производстве (для производства желейных конфет с функциональными свойствами) [Текст] / Л. С. Кузнецова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2006. – № 6. – С. 6–8.

8. Rees, D. A. Polysaccharide shapes and their interaction – some recent advances [Text] / D. A. Rees // Pure and Applied Chemistry, 1981. – Vol. 53, Issue 1. – P. 1–14. doi: 10.1351/pac198153010001

9. Smidsrod, O. Evidence for salt – promoted «freese-out» of linkage conformations in carrageenans as pre-requisite for gel-formation [Text] / O. Smidsrod, I. Andresen, H. Grasdalen, B. Larsen, T. Painter // Carbohydrate Research. – 1980. – Vol. 80, Issue 1. – P. 11–16. doi: 10.1016/s0008-6215(00)85333-1

10. Нечаев, А. П. Пищевые добавки [Текст] / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. И. Зайцев. – М.: Колос, Колос-Пресс, 2002. – 256 с.

11. ГОСТ 26185. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа [Текст]. – Введ. 1985-01-01. – М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2010. – 36 с.

12. Здобнов, А. И. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий : для предприятий общественного питания [Текст] / А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко. – К.: ООО «Издательство Арий», М.: ИКТЦ «Лада», 2009. – 680 с.

References

1. Fillips, G. O., Vilyams, P. A.; Kochetkova, A. A., Sarafanova, L. A. (Eds.) (2006). Spravochnik po gidrokolloidam [Reference hydrocolloids]. St. Petersburg, Russia: GIORД, 536.
2. Sabadosh, G. O. (2010). Tehnologiya desertiv molochnih z vikoristannyam karaginaniv [Tech dairy desserts using carrageenan]. Harkiv, 276.
3. Svetlakov, D. B. (2004). Razrabotka kompozitsiy na osnove kappa-karraginanana dlya regulirovaniya reologicheskikh svoystv emulgirovannyih myasoproduktov [Development of compositions based on kappa-carrageenan to regulate the rheological properties of the emulsified meat products]. Moscow, 117.
4. FMC Marine Colloids™ Karraginan. Tehnologicheskaya informatsiya [Carrageenan. Technological information]. Available at: <http://biokhim.com/data2/fmc/FMC%20biopolymer.pdf>
5. Dorohovich, A. M., Solovyova, O. L., Bondaruk, Yu. K. (2010). Jelly marmalade. Patent of Ukraine for useful model.

A23L 1/06. № u201003479; declared. 25.03.2010; published. 27.09.2010, № 18.

6. Bogomolova, V. V. (2010). Preparation of canned fish in jelly. Patent of Ukraine for useful model. A23L 1/325, A23B 4/00. № a 200900303; declared. 16.01.2009; published. 25.10.2010, (20).

7. Kuznetsova, L. S. (2006). Perspektivnyi ispolzovaniya karraginanov v konditerskom proizvodstve (dlya proizvodstva zheleynih konfet s funktsionalnyimi svoystvami) [Prospects for the use of carrageenan in the confectionery industry (for the production of jelly candies with functional properties)]. Confectionery and Bakery, 6, 6–8.

8. Rees, D. A. (1981). Polysaccharide shapes and their interactions - some recent advances. Pure and Applied Chemistry, 53 (1), 1–14. doi: 10.1351/pac198153010001

9. Smidsrod, O., Andresen, I., Grasdalen, H., Larsen, B., Painter, T. (1980). Evidence for a salt-promoted “freeze-

out” of linkage conformations in carrageenans as a prerequisite for gel-formation. Carbohydrate Research, 80 (1), C11–C16. doi: 10.1016/s0008-6215(00)85333-1

10. Nechaev, A. P., Kochetkova, A. A., Zaytsev, A. I. (2002). Pischevyie dobavki [Nutritional Supplements]. Moscow: Kolos, Kolos-Press, 256.

11. Vodorosli morskije, travyi morskije i produkty ih pererabotki. Metody analiza: GOST 26185 [Seaweeds, sea grasses and products of their processing. Methods of analysis: GOST 26185] (2010). [Introduced 01.01.85]. Moscow: STANDARTINFORM, 36.

12. Zdobnov, A. I., Tsyiganenko, V. A. (2009). Sbornik retseptur blyud i kulinarnykh izdeliy: dlya predpriyatiy obschestvennogo pitaniya [Collection of recipes of food and culinary products: for catering]. Kiev, Ukraine: Publisher Arius, Moscow, Russia: Lada, 680.

Дата надходження рукопису 18.06.2015

Гурський Петро Васильович, кандидат технічних наук, доцент, професор, кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільськогосподарства ім. П.Василенка, вул. Артема, 44, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: gurskiy_peter@mail.ru

Маренкова Тетяна Іванівна, старший викладач, здобувач, кафедра технології харчування, Сумський національний аграрний університет, вул. Кірова, 160, м. Суми, Україна, 40021

E-mail: tanya_201@ukr.net

Бідюк Дмитро Олегович, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра технологій переробних і харчових виробництв, Харківський національний технічний університет сільськогосподарства ім. П.Василенка, вул. Артема, 44, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: xbach@mail.ru

Перцевой Федір Всеволодович, доктор технічних наук, професор, кафедра технології харчування, Сумський національний аграрний університет, вул. Кірова, 160, м. Суми, Україна, 40021

УДК 614.842.628

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.46150

QUALITY METRICS FOR ELABORATED AQUEOUS FIRE EXTINGUISHING SUBSTANCE ON BASE OF COPPER(II) CHLORIDE

© **В. Mykhalichko, O. Scherbina, O. Mykhalichko, V. Petrovskii**

Research results relating to the measurement of kinematic viscosity, surface tension, density, acidity and other quality metrics (consistence, freezing point, etc.) for recently elaborated aqueous fire extinguishing substance (AFES) made up of 40 % aqueous solution of copper(II) chloride with added different amounts of surface-active substance are presented in this article

Keywords: inhibitors of burning, copper(II) salts, aqueous fire extinguishing substance, fire-extinguishing aerosol, quality indices

В роботі наведені результати досліджень з вимірювання кінематичної в'язкості, поверхневого натягу, густини, кислотності та деяких інших показників якості (консистенція, температура замерзання тощо), для нещодавно розробленої водної вогнегасної речовини (ВВР) на основі 40 % водного розчину купрум(II) хлориду за умов додавання різної кількості поверхнево-активної речовини

Ключові слова: інгібітори горіння, солі купрум(II), водна вогнегасна речовина, аерозольне вогнегасіння, показники якості

1. Introduction

Aqueous fire extinguishing substances (AFESs), being intended primarily for use in fire suppression systems, mostly consist either of water (distilled, deionized, drinking, technical, marine etc.) or aqueous solutions of salts-inhibitors of burning or of water with additives modifiers that provide the required quality metrics for AFES.

Systematic study of behavior of various water solutions of inorganic salts in a flame have allowed in the beginning of the third millennium to discover the exceptional capability of the concentrated aqueous solution of copper(II) chloride [1, 2] to the flame suppressing. But, even after such epoch-making discovery, the broad application of these solutions in technology of fire suppressing by aerosols [3] is largely restricted by the lack