

Валерія БОГОМОЛОВА

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРАГЕНАНІВ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РИБНИХ ПРОДУКТІВ

Продовольча безпека країни – важлива складова національної та економічної безпеки – є надійною, коли 75–80 % споживання основних видів продовольства становить вітчизняна продукція¹.

Рибне господарство України виробляє майже 10 % білкової їжі. Зараз для підвищення якості рибних товарів існують передумови для

¹ *Сімахіна Г.О.*, Науменко Н.В. Роль і місце технології харчування в структурі сучасної харчової індустрії // Наукові праці НУХТ. – Київ, 2002. – № 13. – С. 22-23.

створення групи продуктів із заданою структурою, консистенцією, властивості яких можна прогнозувати й проектувати. У зв'язку з цим викликають зацікавленість гідроколоїди різного походження, які достатньо широко використовуються у м'ясній, молочній та кондитерській промисловості. Вони позитивно впливають на організм людини – зв'язують і виводять радіонукліди, підсилюють моторику кишечника².

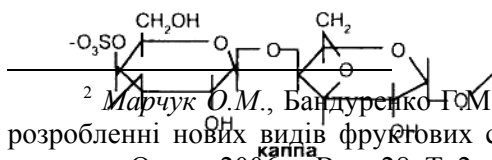
Одним із поширених у харчовій промисловості гідроколоїдів є карагенан. Його застосування зумовлено здатністю набухати, утворювати гелі та стабілізувати суспензії. Саме у виробництві рибних продуктів необхідно поліпшувати консистенцію та стійкість соусів і заливок під час зберігання, підвищувати формоутворювальну та водоутримувальну здатність фаршевих виробів.

При додаванні карагенану безпосередньо до соусу й заливки важливе значення мають умови його розчинності та процес утворення гелю. При виробництві рибних консервів у желе консистенцію заливки формують агар або желатин, яким необхідні високі температури (75 °С при додаванні до споживчої тари), що ускладнює технологічний процес. Створення желеутворювальних композицій з карагенаном не потребує таких температур.

Вивчено умови розчинності гелів основних типів карагенанів (*каппа*, *йота*, *лямбда*); досліджено їхні желеутворювальні властивості (окремо та в композиції з іншими гідроколоїдами); обрано оптимальний тип карагенану для виробництва рибних продуктів.

Карагенан або караген – речовина, вилучена з морських водоростей *Chondrus crispus*, *Gigartina stellata* тощо, які ростуть в акваторії світового океану на підводних скелях на глибині до трьох метрів. Основним місцем вирощування та збору є Філіппінські острови, Індонезія, узбережжя Чилі, Франції, Канади, США.

Першими почали вивчати карагенани Є.К. Стенфорд і Б. Толенс³. Сьогодні їх відомо понад 3000 типів. Д.А. Риз із співавторами описали хімічні властивості декількох "ідеалізованих" карагенанів *лямбда*-, *каппа*-, *йота*-карагенани можуть бути отримані у чистій формі шляхом селективної екстракції. Їхню структуру представлено на *рис. 1*⁴.



² Марчук О.М., Бандурецько Г.М. Використання природних гідроколоїдів при розробленні нових видів фруктових соусів // Наук. пр. Одеської нац. акад. харч. технол. – Одеса, 2006. – Вип. 28, Т. 2. – С. 327-328.

© Валерія Богомолова, 2008

³ Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. – М.: Пищевая пром-сть, 1967. – 416 с.

⁴ Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс (ред.): Пер. с англ. / Под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.

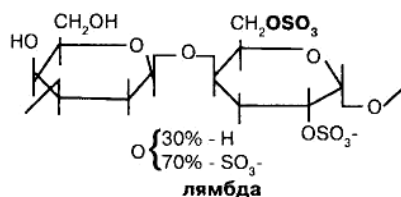


Рис. 1. Структура карагенанів

Карагенани розрізняються залежно від вмісту в них 3,6-ангідрогалактози й етерифікованих сульфатних груп. Варіації цих компонентів впливають на гідратацію, міцність гелю та його текстуру, температуру плавлення й гелеутворювання, синерезис і синергізм. *Лямбда*-карагенан має довгу лінійну будову, її молекулярна маса значно більша за *каппа*-карагенан, у якого структура розгалужена. *Лямбда*-карагенан містить три складні ефіри у двох вуглеводних ланках, розчиняється при кімнатній температурі, найбільш гідрофільний. *Каппа*-карагенан містить один складний сульфатний ефір, розташований в циклі галактопіранози у положенні 4, менш гідрофільний, розчиняється при високих температурах. *Йота*-карагенан із двома складними сульфатними ефірами у двох вуглеводних ланцюгах займає проміжне положення⁵.

Реологічні властивості розчинів *каппа*-, *йота*- та *лямбда*-карагенанів досліджено на ротаційному віскозиметрі *Воларовича РВ-8*; структурно-механічні – за динамічною в'язкістю розчинів залежно від температури й концентрацій гідроколоїдів.

Експериментально встановлено, що при нагріванні дисперсного карагенану до температури 40–60 °С не відбувається значного набрякання частинок або гідратації. Набряклі частинки мають меншу плинність, оскільки при гідратації підвищується в'язкість. Подальше нагрівання розчинів до 75–80 °С викликає зниження в'язкості, яка при охолодженні значно підвищується, і при температурі 40–50 °С утворюється гель.

Виявлено, що розчини *каппа*- та *йота*-карагенанів при охолодженні утворюють різні за властивостями гелі залежно від наявності катіонів. Гелі – термозворотні речовини, їм властивий гістерезис (різниця між температурами гелеутворювання й плавлення). Вони стабільні при кімнатній температурі, але можуть бути повторно розплавлені при нагріванні до температури, яка на 5–20 °С вища за температуру гелеутворювання. При охолодженні відбувається повторне утворення гелю (рис. 2).

⁵ Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.

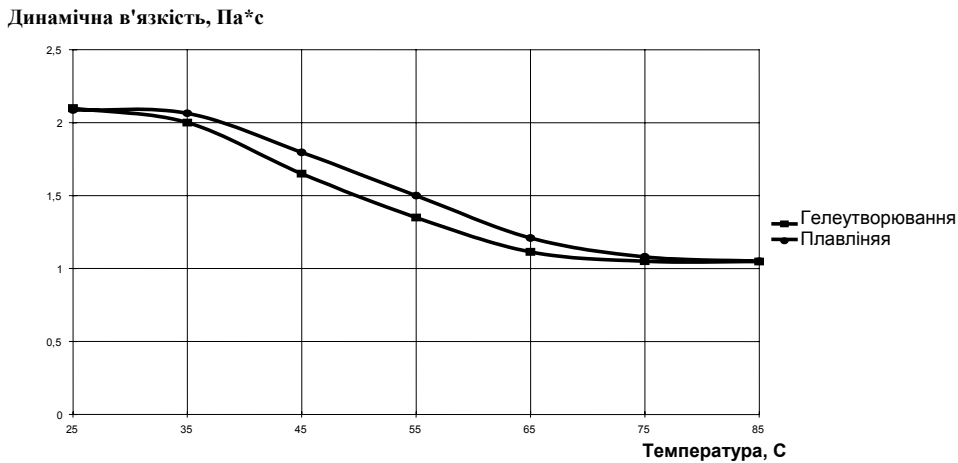


Рис. 2. Явище гістерезису в гелях карагенанів

Побудовано залежність динамічної в'язкості гелів від концентрації карагенанів після математичної обробки експериментальних даних (рис. 3).

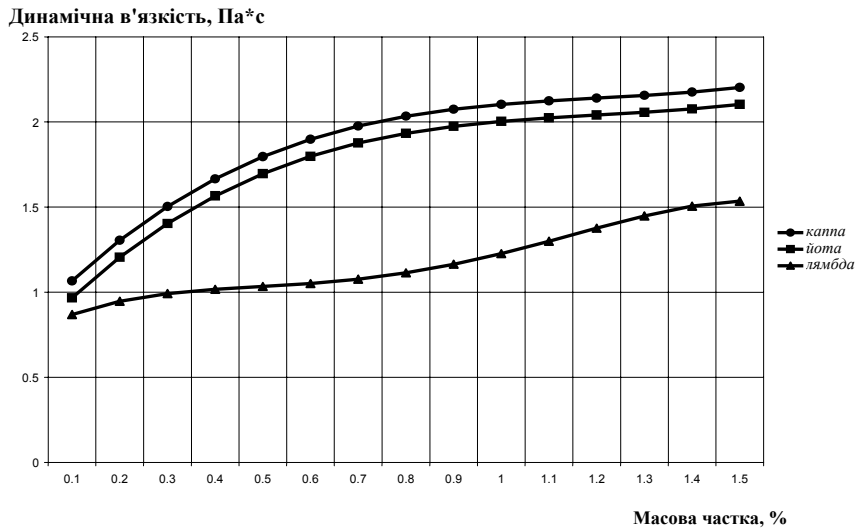


Рис. 3. Залежність в'язкості гелів від концентрації карагенанів

Структуроутворювальні властивості карагенанів, як і розчинність у воді, залежать від їхнього фракційного складу. Гідрофільний лямбда-карагенан, макромолекули якого знаходяться один від одного на значній відстані й перешкоджають утворенню зв'язків, є тільки загусником. Макромолекули каппа- та йота-карагенанів, які розчиняються при високих температурах, під час охолодження утворюють зони зчеплення, характерні для структурної сітки гелю, що зумовлено властивостями драглеутворювачів. Підвищена міцність гелю з каппа-карагенану зумовлена меншим негативним зарядом порівняно з йота-карагенаном і збільшеним ступенем агрегації подвійних спіралей.

Протягом зберігання можливе явище синерезису цих гелів — мимовільне зменшення об'єму гелю із відділенням води.

Регулювання структурно-механічних властивостей гелю та стійкості при зберіганні може бути забезпечено змішуванням карагенанів з

іншими гідролоїдами, наприклад із гуаровою та ксантановою камедями, оскільки внаслідок взаємодії досягається висока в'язкість гелю й синергія полісахаридів.

Досліджено суміші *каппа*-карагенану з камедями у різних співвідношеннях (сумарна масова частка гідролоїдів у розчині – 1 %). На *рис. 4* наведено експериментально отримані значення в'язкості окремих гідролоїдів та їхніх сумішей. Комбінаціям *каппа*-карагенану із гуаровою і ксантановою камедями властивий синергічний ефект підвищення в'язкості гелю. У сумішах 1, 3 і 4 утворення гелю відбувається без підігріву розчину до необхідної температури гелеутворювання.

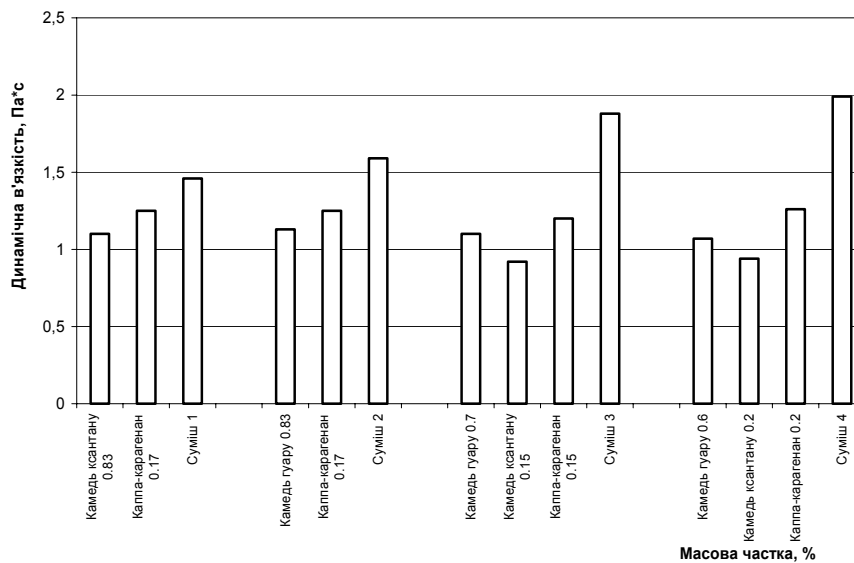


Рис. 4. В'язкість гідролоїдів та їх комбінацій

Отже, при приготуванні соусів у консервному виробництві доцільно використовувати карагенани, оскільки при нагріванні їхні розчини знаходяться у стані рідини, а при охолодженні утворюють гелеподібну структуру. Дослідженнями доведено ефективніше використання суміші *каппа*-карагенану із ксантановою та гуаровою камедями, оскільки відбувається спрощення технологічного процесу й стабілізація однорідної консистенції готового соусу протягом усього терміну зберігання.

Комбінація ксантанової камеді й *каппа*-карагенану може використовуватися також при приготуванні заливки для консервів у желе завдяки розчиненню її при кімнатній температурі без випадіння осаду, утворенню прозорого гелю із регульованим смаком і запахом, а після стерилізації та подальшого охолодження має стійку гелеподібну структуру.

Негативно заряджений гідролоїд карагенан може взаємодіяти з іншими зарядженими макромолекулами, наприклад рибними протеїнами. При цьому змінюються реологічні властивості системи: збіль-

шення в'язкості, драглеутворення, стабілізація харчових продуктів, що має велике значення у виробництві мороженого фаршу, рибних консервів, імітованих і формованих продуктів. При виробництві мороженого фаршу перевагу треба надавати *йота*-карагенану, оскільки він утворює тиксотропні розчини, тобто еластичні гелі, стійкі до процесів заморожування – відтаювання. Використання *каппа*-карагенану уможливає підвищення вологоутримувальної здатності напівфабрикатів із фаршу, особливо в період переробки рибної сировини з підвищеною вологістю, тим самим поліпшуючи формування імітованих і формованих виробів.

Таким чином, введення полісахаридів природного походження до рецептур рибних продуктів сприятиме регулюванню їхньої структури, хімічного складу й калорійності та поліпшенню якості, що є предметом подальших досліджень.