

Лактитол, фруктоза та їх суміші

Вплив на механізм термічного оброблення желейного мармеладу на каррагінані

А.М. Дорохович, д.т.н. проф. КНУХТ,
О.Л. Соловйова, аспірант КНУХТ

Останніми роками підприємства України почали виробляти желейний мармелад на основі каррагінану. Каррагінани (E407) об'єднують сімейство полісахаридів (відоме також під назвою ірландський мох), які містяться у червоних морських водоростях *Chondrus Crispus*, *Eucheuma Species*, *Gigartina Species* та ін. За хімічною природою каррагінани близькі до агароїдів і є нерозгалуженими сульфатованими гетерогліканами, молекули яких побудовані із залишків похідних D-галактопіранози зі строгим чергуванням α -(1,3)— і β -(1,4)-зв'язків між ними, тобто з повторюваних дисахаридних ланок, які включають залишки β -D-галактопіранози та 3,6-ангідро- α -D-галактопіранози [1]. Залежно від особливостей будови дисахаридних повторюваних ланок розрізняють три основних типи каррагінанів, для позначення яких використовують букви грецького алфавіту: капа (к) каррагінан, йота (і) каррагінан, лямбда (λ) каррагінан.

Всі три види каррагінанів розчинні у гарячій воді, у вигляді натрієвих солей вони розчинні й у холодній воді з утворенням в'язких розчинів к— і і-каррагінани є драглеутворювачами, а λ тип — загусником. Розчини драглеутворюючих каррагінанів стають твердими й утворюють гелі при температурі нижче 49-55°C. При охолодженні такого розплаву знову утворюється гель.

Механізм загущення і драглеутворення різних типів каррагінанів неоднаковий: к-каррагінан зв'язує воду й утворює міцний гель у присутності іонів калію, а і— і λ-каррагінани в цих умовах дають лише незначну реакцію. Для утворення гелю і-каррагінаном необхідна присутність іонів кальцію, що утворюють зв'язки між окремими молекулами біополімеру з формуванням спіралі. Негативні заряди, пов'язані з наявністю двох сульфат-груп у дисахаридних блоках і-каррагінанів, не дозволяють спіралям цих каррагінанів агрегувати з тим же ступенем, що й у к-каррагінанах. З цієї причини і-каррагінани утворюють звичайно прозорі еластичні гелі, нескільні до синерезису і стійкі в умовах заморожування і відтавання, на відміну від к-каррагінанів, які утворюють крихкі гелі.



Молекули λ-каррагінанів є більш високосульфатованими, що робить утворення гелевої структури менш ймовірним, оскільки сульфатні ефіри не з'єднуються з іонами калію з утворенням спіралей через іонізацію сульфатних груп навіть у кислому середовищі. У цих умовах полімерні молекули зберігають довільний розподіл і утворюють в'язкі розчини при охолодженні. Досліди з визначення співвідношення к— та і-каррагінанів показали, що оптимальним є співвідношення 2:1,

що забезпечує пружно-еластичну структуру мармеладу, яка подобається багатьом споживачам.

Традиційним носієм солодкого смаку у мармеладних виробках є сахарози, яку не можуть споживати люди на цукровий діабет. Зараз із усіх цукрозаміників, враховуючи органолептичні, технологічні і економічні показники, найбільш перспективними є лактитол і фруктоза.

Лактитол, лактит (E966) — харчова добавка, відноситься до поліолів, іс-

Табл. 1. Розчинність лактитолу, фруктози та сахарози залежно від температури

Речовини	Розчинність (%) залежно від температури °С				
	20	30	40	50	60
Цукроза	67,09	68,7	70,42	72,25	74,18
Фруктоза	78,94	81,64	84,34	86,9	89,2
Лактитол	58,1	60,45	65,42	70,95	74,2

Табл. 2. Рецепттура мармеладних моделей

Найменування сировини	Кількість сировини (г) для різних мармеладних моделей			
	Модель №1	Модель №2	Модель №3	Модель №4
Каррагінан	1,50	1,50	1,50	1,50
Патока	35,00	35,00	35,00	35,00
Цукор-пісок	37,00	—	—	—
Лактитол	—	37,00	—	25,90
Фруктоза	—	—	37,00	11,10
Вода	55,00	52,33	53,98	52,83

нує в безводній формі; у формі моно — та дигідрату. Хімічна назва: 4-О- (β-D-галактопіранозил)-D глюцит. Емпірична формула: $C_{12}H_{24}O_{11} \cdot H_2O$.

Лактитол має ряд властивостей, що робить його цікавим інгредієнтом для використання у процесі виробництва кондитерських виробів. Серед них: низька енергетична цінність — 2,0 ккал/г (сахароза 4 ккал/г), низький глікемічний індекс — 3%, що робить лактитол особливо важливим інгредієнтом у процесі виробництва продуктів діабетичного харчування; негігроскопічний, не адсорбує вологу навіть при відносній вологості повітря 95%; не викликає карієсу зубів.

Лактитол гірше розчиняється у воді, ніж сахароза, але при температурі $> 50^{\circ}\text{C}$ його розчинність із сахарозою майже однакова (табл. 1).

Недоліком лактитолу є його низька солодкість, яка дорівнює 0,3-0,4 по відношенню до солодкості сахарози.

Фруктоза — натуральна солодка речовина, що міститься у фруктах, ягодах, деяких овочах, бджолиному меду. Більш ніж у півтора рази солодша за цукор. Енергетична цінність фруктози дорівнює 4,0 ккал/г. Легко і повністю засвоюється організмом. Важливою перевагою фруктози є те, що, на відміну від сахарози та глюкози, її засвоєння не потребує інсуліну, що важ-

Табл. 3. Результати оброблення кривих $TG=f(t)$

Мармеладні маси	Вміст води, %	
	вільної	зв'язаної
Модель №1 (з використанням цукру)	23,85	76,15
Модель №2 (з використанням лактитолу)	22,53	77,47
Модель №3 (з використанням фруктози)	27,19	72,81
Модель №4 (з використанням суміші фруктози і лактитолу у співвідношенні 1:1)	24,06	75,94

Табл. 4. Результати підрахунку кількості теплоти

Мармеладні маси	Кількість теплоти	
	У відносних одиницях	У відсотках
Модель №1 (з використанням цукру-піску)	414	100,00
Модель №2 (з використанням лактитолу)	424	102,42
Модель №3 (з використанням фруктози)	334	80,68
Модель №4 (з використанням суміші фруктози і лактитолу у співвідношенні 1:1)	380	91,79

ливо при виробництві мармеладу для хворих на цукровий діабет.

Враховуючи переваги та недоліки фруктози і лактитолу, було запропоновано при виробництві мармеладу використовувати їх суміш. В результаті проведених нами досліджень встановлено раціональне співвідношення фруктози та лактитолу що складає 1:1. Така суміш

буде враховувати позитивні властивості обох цукрозамінників: гігроскопічність фруктози, що перешкоджає черствінню, та пребіотичні властивості лактитолу.

Так, солодкість фруктози 1,5 од., лактитолу — 0,4 од., тоді солодкість суміші лактитол + фруктоза (1:1) буде дорівнювати 0,95 од., тобто буде практично такою, як солод-

Herbstreith & Fox

herbafood

С новым эксклюзивным дистрибьютором в Украине
мы еще сильнее чем когда-либо!

Frutica

ЧАО «Фрутика»

02660, Украина, г Киев,
ул Попудренко, 52, оф. 706
тел.: +38 044 492 92 58,
факс: +38 044 492 92 57
www.frutica.com.ua
info@frutica.com.ua

Производственная группа «Herbstreith & Fox» — мировой лидер в разработке и производстве пектина и пищевых волокон (клетчатки) с 1934 года. Широкий ассортимент яблочных и цитрусовых пектинов включает высоко-, средне- и низкоэтерифицированные пектины.

Пектины и волокна широко используются в различных отраслях пищевой промышленности, фармацевтических и косметических изделиях и непищевых продуктах.

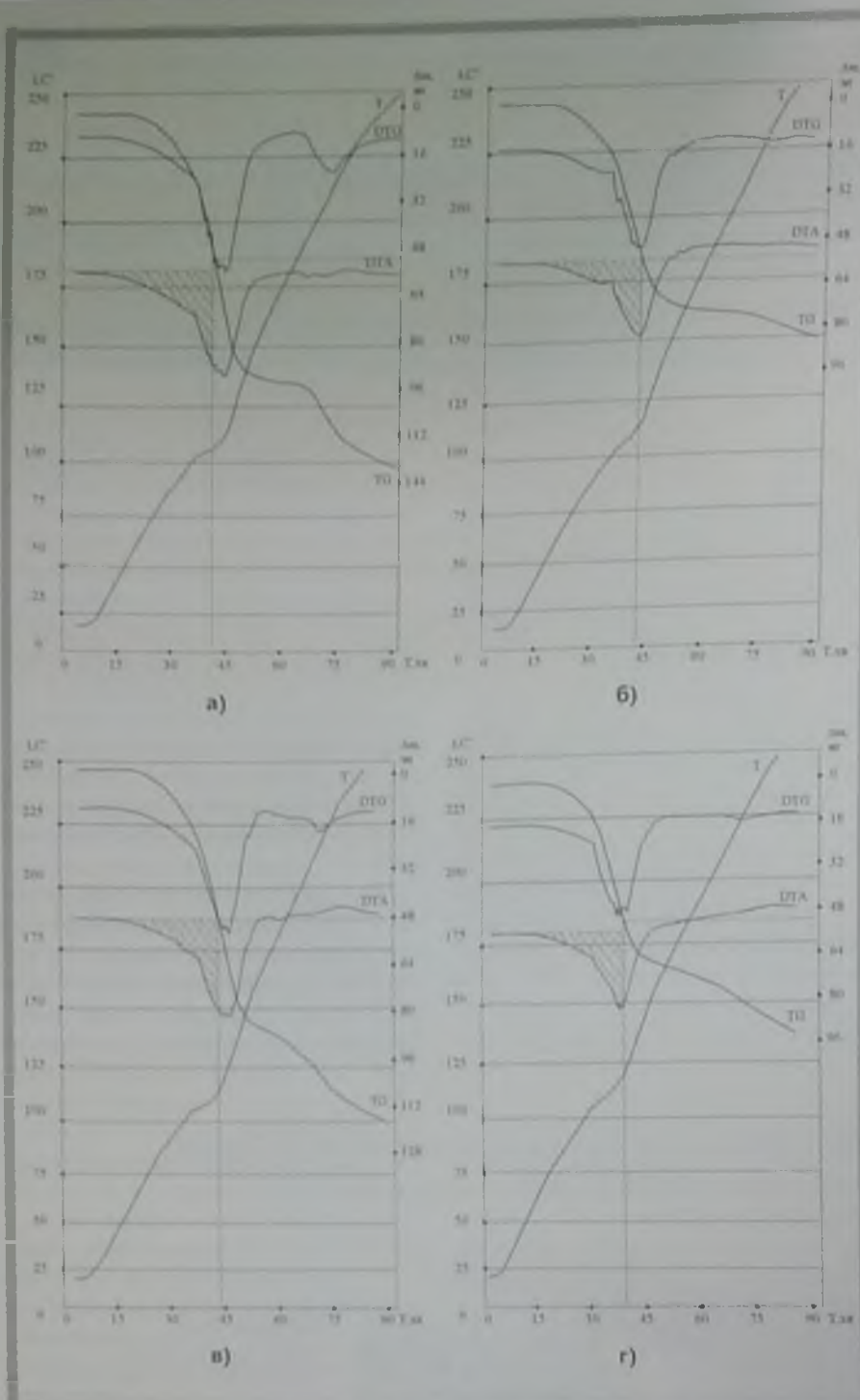


Рис. 1. Дериватограми прогрівання мармеладних моделей з використанням: а) цукру; б) лактитолу; в) фруктози; г) суміші лактитолу і фруктози

кість сахарози, глікемічний індекс фруктози 20%, лактитолу — 3%, суміші — 11,5%; калорійність фруктози 4 ккал, лактитолу — 2 ккал, суміші — 3 ккал.

Метою нашої роботи було визначити вплив лактитолу, фруктози та їх суміші (співвідношення 1:1) на тепломасообмінні процеси, які відбуваються у процесі термообробки мармеладних виробів і провести порівняння відносно впливу цукру-піску (сахарози).

Дослідження проводили за допомогою дериватографа Q-1500 в діапазоні температур 18-250°C. Досліджували зразки масою 200 мг. На рис. 1 (а, б, в, г) наведено дериватограми прогрівання мармелад-

них моделей, виготовлених за рецептурами, представленими у табл. 2.

На дериватограмах представлені криві зміни температури (TA) та маси тіла (TG), а також їх похідних (DTA та DTG).

Для визначення кількості загальної, вільної та зв'язаної води були зроблені такі припущення. Кількість загальної маси визначали як кількість маси, що була відділена при прогріванні всіх зразків до температури 150°C, тому що при прогріванні > 150°C відбувається хімічна деструкція складу зразків. Воду, яка відділяється до температури прогрівання зразків до 100°C, ми пропонуємо розглядати як вільну воду, а після 100°C — як зв'язану.

У табл. 3 наведено дані, отримані при обробленні кривих $TG=f(t)$.

Аналіз результатів дослідження показав, що вміст вільної води зразка №3 (на фруктозі) на 11% більший, ніж у мармеладній масі на цукрі-піску (модель №1); у мармеладній масі на лактитолі (модель №2) на 7% менший і у мармеладній масі (модель №4), у зразка, виготовленого на суміші лактитолу і фруктози (співвідношення 1:1), вміст вільної та зв'язаної води такий, як у зразка №1, тобто на цукрі. Це вказує на те, що фруктоза буде сприяти скороченню процесу уварювання, лактитол — збільшувати його, а на суміші фруктоза-лактитол тривалість уварювання буде практично такою, як на цукрі. Ці припущення були підтверджені при уварюванні мармеладної маси на різних цукрозамінниках у виробничих умовах. Досліди показали, що при уварюванні мармеладу на фруктозі тривалість уварювання зменшилась на 8-10%, на лактитолі — збільшилась на 5-7% відносно тривалості уварювання маси на цукрі.

Аналізуючи дані, що наведені на рис. 1, можна також визначити кількість теплоти (у відносних одиницях), яка витрачається на ендотермічні процеси, що відбуваються при прогріванні мармеладної маси до вологості 25%, тобто вологості, якій відповідає вологість готового мармеладу. Кількість теплоти ми визначаємо за площею заштрихованих ділянок на графіках (рис. 1). Результати отриманих даних наведено в табл. 4.

Аналіз отриманих даних показав, що цукрозамінники впливають на витрати тепла при уварюванні мармеладної маси. Так, при уварюванні мармеладної маси на фруктозі, витрати тепла зменшуються на 18-19% відносно маси на цукрі, на лактитолі — збільшуються на 2-3%, на суміші лактитол і фруктоза (1:1) на 9-10% менше тепла, ніж у мармеладної маси на цукрі.

Проведені дослідження показали можливість і доцільність використання цукрозамінників лактитолу і фруктози при виробництві желеиноного мармеладу на каррагінані. Такий мармелад доцільно споживати всім групам населення, в тому числі хворим на цукровий діабет.

Література

1. Пищевая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 552400 «Технология продуктов питания» А.П. Нечаев. — 2-е издание, переработанное и исправленное. — СПб.: ГИОРД, 2003. — 640 с. : ил.
2. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пребиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопросы питания, 1999. — №2. — С. 32-40.
3. Інформація з сертифікату аналізів на LACTY M.