

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЛАКТИТОЛУ, ФРУКТОЗИ ТА ЇХ СУМІШІ НА МЕХАНІЗМ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЖЕЛЕЙНОГО МАРМЕЛАДУ НА КАРАГЕНАНІ

А. ДОРОХОВИЧ, доктор технічних наук, професор
О. СОЛОВІЙОВА, аспірантка
Національний університет харчових технологій
(м.Київ)

Ключові слова: цукровий діабет, карагенан, лактитол, фруктоза, дериватограф, волога, тепло й масообмін.

Цукровий діабет розповсюджене ендокринне захворювання. У всьому світі кількість хворих складає 4-5 % від загальної кількості населення. На Україні кількість хворих на цукровий діабет з кожним роком збільшується. **Особливо прикро те, що на цукровий діабет хворіють навіть маленькі діти, які дуже люблять солодощі.**

На Україні кондитерські вироби для хворих на цукровий діабет практично не виробляють. Мармелад споживає населення різних вікових груп, особливо діти. Він відноситься до продуктів функціонального оздоровчого призначення, тому що як драглеутворювачі до його складу входить: пектин, агар, карагінан, фруктово-ягідне пюре, яке має фізіологічно функціональні властивості.

Останніми роками підприємства України почали виробляти желейний мармелад на основі карагінану. Карагінани (E407) об'єднують сімейство полісахаридів (відоме також під назвою ірландський мох), **які містяться у червоних морських водоростях Chondrus Crispis, Eucheuma Species, Gigartina Species та ін.**

За хімічною природою карагінани близькі до агароїдів і являють собою нерозгалужені сульфатовані гетероглікани, молекули яких побудовані із залишків похідних D-галактопіранози

Досліджено тепломасообмінні процеси при виготовленні мармеладу на різних видах цукрозамінників (лактитол, фруктоза та їх суміші); проведено порівняння по відношенню до драглю на сахарозі.

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]. В залежності від особливостей будови дисахаридних повторюваних ланок розрізняють три основних типи карагінанів, **для позначення яких використовують букви грецького алфавіту: капа (κ) карагенан, йота (ι) карагенан, лямбда (λ) карагенан (рис. 1).**

Всі три види карагінанів розчинні у в гарячій воді, у вигляді натрієвих солей вони розчинні й у холодній воді з утворенням в'язких розчинів κ - і ι -карагінани є драглетворювачами, а λ тип - загусником. **Розчини драгле утворюючих карагінанів стають твердими й утворюють гелі при температурі нижче 49-55°C. При охолодженні такого розплаву знову утворюється гель.**

Механізм загущення і драглеутворення різних типів карагінанів неоднакові; κ - карагенан зв'язує воду й утворює міцний гель у присутності іонів калію, а ι - і λ - карагінани в цих умовах проявляють лише незначну реакцію. Для утворення гелю ι - карагінаном необхідна присутність іонів кальцію, що утворюють зв'язки між окремими молекулами біополімеру з формуванням спіралі. Негативні заряди, зв'язані з наявністю двох сульфат-груп у дисахаридних блоках λ - карагінанів, не дозволяють спіралям цих карагінанів агрегатувати з тим же ступенем, що й у κ -карагінанах. **З цієї причини ι - карагінани утворюють звичайно прозорі еластичні гелі, не схильні до синерезису і стійкі в умовах заморожування і відтаювання, на відміну від κ -карагінанів, які утворюють крихкі гелі.**

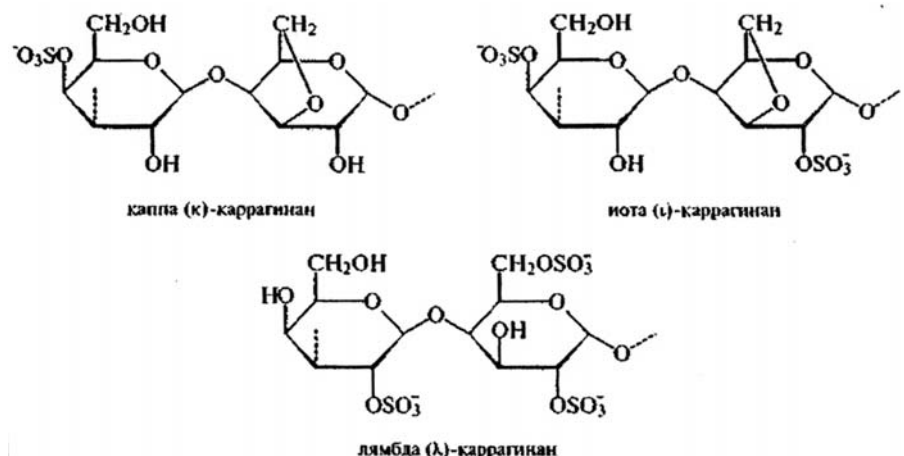


Рис. 1. Структурні формули фракцій карагенану: а - капа (κ) карагенан, б - йота (ι) карагенан, с - лямбда (λ) карагенан

Молекули λ - каррагенанів 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. **Досліді по визначенню співвідношення к- та і- карагенанів показали, що оптимальним є співвідношення 2:1, що забезпечує пружно-еластичну структуру мармеладу, котра сподобається багатьом споживачам.**

Традиційним носієм солодкого смаку у мармеладних виробках є сахароза, яку не можуть споживати хворі 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, існує 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; не гігроскопічний, **не адсорбує вологу навіть при відносній вологості повітря 95 %; не викликає карієсу зубів. Лактитол гірше розчиняється у воді, ніж сахароза, але при температурі > 50°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,

Таблиця 1. Розчинність лактитолу, фруктози та сахарози в залежності від температури

Речовини	Розчинність (%) в залежності від температури, °C				
	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

Таблиця 2. Рецептатура мармеладних моделей

Найменування сировини	Кількість сировини (г) для різних мармеладних моделей			
	Модель №1	Модель №2	Модель №3	Модель №4
Карраганан	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

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

Мармеладні маси	Вміст вологи, %	
	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

Таблиця 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

бджолоному 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 важливо 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 проведе-

них нами досліджень встановлено раціональне співвідношення фруктози та лактитолу що складуть 1:1. Така суміш буде враховувати позитивні властивості обох цукрозаміників: гігроскопічність фруктози, що перешкоджає черствінню та пребіотичні властивості лактитолу.

Так, солодкість фруктози 1,5 од., лактиолу - 0,4 од., тоді солодкість суміші лактитол + фруктоза (1:1) буде дорівнювати 0,95 од., тобто буде практично такою, як солодкість сахарози; глікемічний індекс фруктози 20 %, лактитолу -

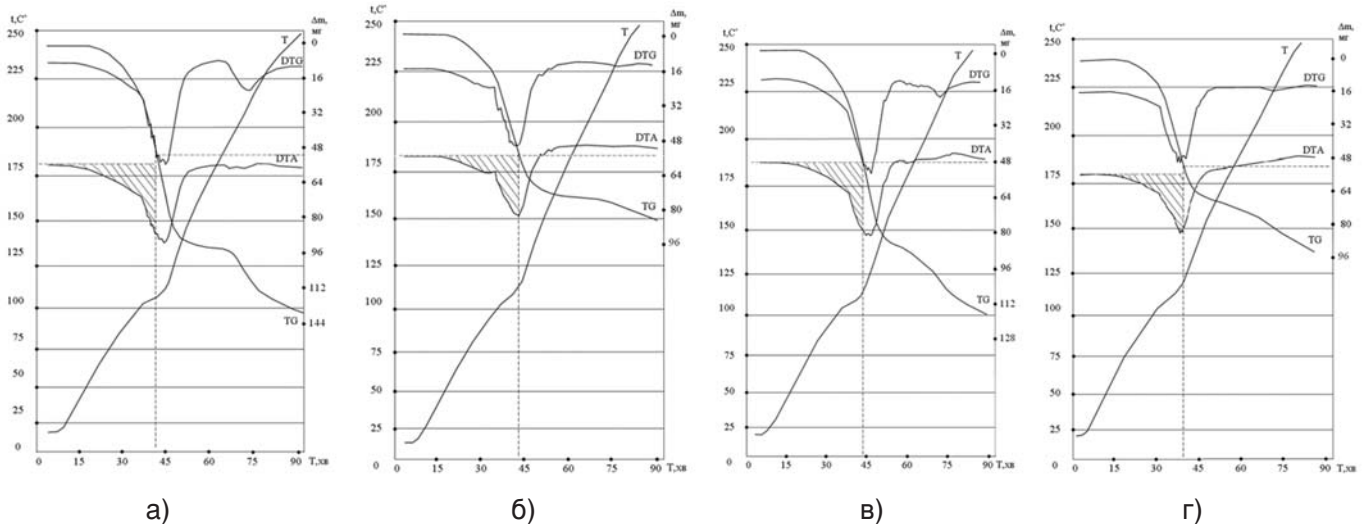


Рис. 2. Дериватограми прогрівання мармеладних моделей з використанням: а - цукру; б - лакти-толу; в - фруктози; г - суміші лактитолу і фруктози

3 %, суміші - 11,5 %; калорій-ність фруктози 4 ккал, лакти-толу - 2 ккал, суміші - 3 ккал.

Метою нашої роботи було визначити вплив лакти-толу, фруктози та їх су-міші (співвідношення 1:1) на теп-ломасообмінні процеси, які від-буваються у процесі термооброб-лення мармеладних виробів і провести порівняння відносно впливу цукру-піску (сахарози). Дослідження проводили за до-помогою дериватографа Q-1500 в діапазоні температур 18-250 °С. Досліджували зразки масою 200 мг. На рис. 3 (а, б, в, г) на-ведено дериватограми прогріван-ня мармеладних моделей, виго-товлених за рецептурами, пред-ставленими у табл. 2.

На дериватограмах пред-ставлені криві зміни температу-ри (ТА) та маси тіла (TG), а та-кож їх похідних (DTA та DTG). Для визначення кількості за-гальної, вільної та зв'язаної во-логі були зроблені наступні припущення. Кількість загаль-ної маси визначали як кількість маси, що була відділена при прогріванні всіх зразків до тем-ператури 150 °С, тому що при прогріванні > 150 °С відбуваєть-ся хімічна деструкція складу зразків. Вологу, яка відділя-ється до температури прогрі-вання зразків до 100 °С, ми пропонуємо розглядати як вільну вологу, а після 100 °С - як зв'язану. У табл. 3 наведено дані, отримані при обробленні кривих $TG=f(t)$.

Аналіз результатів дослід-ження показав, що вміст віль-ної вологи зразка № 3 (на фрук-тозі) 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 ви-готовленого на суміші лактито-лу і фруктози (співвідношення 1:1), вміст вільної і зв'язаної вологи такий, як у зразка № 1, тобто на цукрі.

Це вказує на те, що фруктоза буде сприяти скороченню про-цесу уварювання, лактитол-збільшувати його, а на суміші фруктоза-лактитол тривалість уварювання буде практично та-кою, як на цукрі. Ці припущення були підтверджені при уварю-ванні мармеладної маси на різ-них цукрозамінниках у виробни-чих умовах. Досліди показали, що при уварюванні мармеладу на фруктозі тривалість уварю-вання зменшилась на 8-10 %, на лактитолі - збільшилась на 5-7 %, відносно тривалості уварювання маси на цукрі.

Аналізуючи дані, що наведені на рис. 3. можна також визначи-ти кількість теплоти (у відносних одиницях), яка витрачається на ендотермічні процеси, що відбу-ваються при прогріванні марме-ладної маси до вологості 25 %, тобто вологості, якій відповідає вологість готового мармеладу. Кількість теплоти ми визначає-мо за площею заштрихованих ділянок на графіках (рис.2).

Результати отриманих даних наведено в таблиці 4.

Аналіз отриманих даних по-казав, що цукрозамінники впли-вають на витрати тепла при увар-юванні мармеладної маси. Так, при уварюванні мармела-дної маси на фруктозі, витрати тепла зменшуються на 18-19 % відносно маси на цукрі, на лак-титолі - збільшуються на 2-3 %, на суміші лактитол і фруктоза (1:1) на 9-10 % менше тепла ніж мамеладної маси на цукрі.

Висновки.

Проведені дослідження пока-зали можливість і доцільність використання цукрозамінників лактитол і фруктоза при вироб-ництві желейного мармеладу на каррагенані. Такий мармелад доцільно споживати всім гру-пам населення, в тому числі хворим на цукровий діабет.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пищевая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 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 пробиотические продукты. Современное состояние вопроса// Вопросы питания, 1999.-№2.-С32-40.
3. Інформація з сертифіка-ту аналізів на LACTY M.