

ERYTHRITOL AS A SWEETENER OF NEW GENERATION AND ITS INFLUENCE ON SORPTION-DESORPTION PROPERTIES OF MARSHMALLOW

A. Dorohovych, V. Badruk

National University of Food Technologies

Key words:

*Marshmallow
Sweeteners
Polyols
Erythritol
Sorption*

Article history:

Received 12.03.2014
Received in revised form
28.03.2014
Accepted 10.04.2014

Corresponding author:

A. Dorohovych
Email:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article deals with the characteristic of marshmallow confection. The properties of erythritol which is a new generation sweetener and its advantages over other polyols have been analyzed. The usefulness of erythritol in the production of marshmallow is grounded. Sorption properties of erythritol and marshmallow products based on it have been investigated. The expediency of the use of a mixture of erythritol and fructose in the production of marshmallow has been shown. Their optimal ratio for the impact on the sorption properties of the product has been calculated. The obtained energy value has shown that new forms of marshmallow can be labeled as products of reduced caloric value and glycemic index.

ЦУКРОЗАМІННИК НОВОГО ПОКОЛІННЯ ЕРИТРИТОЛ І ЙОГО ВПЛИВ НА СОРЕЦІЙНО-ДЕСОРЕЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МАРШМЕЛОУ

А.М. Дорохович, В.В. Бадрук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено характеристику кондитерського виробу маршмеллоу. Проаналізовано властивості цукрозамінника нового покоління еритрітолу та його переваги над іншими поліолами. Підтверджено доцільність використання еритрітолу при виробництві маршмеллоу. Досліджено сорбційні властивості еритрітолу та виробу маршмеллоу на його основі. Доведено доцільність використання суміші еритрітолу та фруктози при виробництві маршмеллоу. Показано їх оптимальне співвідношення з точки зору впливу на сорбційні властивості виробу. Розрахунок енергетичної цінності показав, що нові види маршмеллоу можна маркувати як вироби з «редукованою» калорійністю та глікемічністю.

Ключові слова: *маршмеллоу, цукрозамінники, поліоли, еритрітол, сорбція.*

Маршмеллоу — піноподібний кондитерський виріб, який дуже поширений закордоном, особливо у США. Для українського споживача це новий продукт,

проте з кожним роком він набуває все більшої популярності. Виріб відомий ще з часів стародавнього Єгипту. Спочатку він виник як лікувальний засіб, оскільки його виготовляли на основі екстракту кореня рослини *Marsh mallow* (звідки й назва виробу) або *Althaea officinalis* (Алтей аптечний), яку використовували при лікуванні ангіни. Існувало два способи виробництва маршмелоу: перший — з використанням соку кореня алтея аптечного, який змішували з горіхами і медом; другий — з використанням самого кореня, який очищали, потім кип'ятили й отримували м'яку та в'язку масу із сильним жувальним ефектом. Алтей аптечний при виробництві маршмелоу використовували до середини 1800-х років. Поступово він був замінений на желатин. Основними рецептурними складовими сучасного маршмелоу є: цукрова пудра, глюкозний сироп, патока, желатин, ароматичні та смакові добавки [1].

Вченими НУХТ в 2001 р. розроблена технологія та затверджені ТУУ 19492247.011-2001 «Вироби кондитерські маршмелоу». Основними сировинними інгредієнтами є цукор білий кристалічний (у вигляді пудри), желатин, патока, лимонна кислота, ароматичні та смакові речовини [2, 3]. Недоліком маршмелоу є наявність цукру, що обмежує споживання цих виробів хворими на цукровий діабет.

Усунення даного недоліку потребувало здійснення пошуку альтернативної сировини, яка б, при заміні цукру в рецептурі, не погіршувала якість виробу та давала можливість виробляти вироби, що можуть споживати всі верстви населення, в тому числі і хворі на цукровий діабет. Такою сировиною є цукрозамінники. Сьогодні у світі виробляється досить широкий спектр цукрозамінників природного походження, основні властивості яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Основні властивості поліолів

Поліоли	Солод-кість, од	Розчинність, % при 20 °С	Калорійність, ккал/г	Температура плавлення, °С	Глікемічний індекс, %	Теплота розчинення, кДж/кг
Лактітол	0,37	56	2,4**/2,0	122	3±2	—65
Ізомальтітол	0,55	24,5/41,5*	2,4/2,0	142—150	9±3	—39
Мальтітол	0,9	65	2,4/3,0	144—156	30±2	—23
Еритрітол	0,65	37	0,5	126	0	—192

* в чисельнику розчинність ізомальту St, у знаменнику-ізомальту GS;

** у Євросоюзі калорійність усіх поліолів прийнято вважати 2,4 ккал/г, в США на основі клінічних досліджень визначена різна калорійність поліолів (знаменник).

Дані, наведені у табл.1, підтверджують, що еритрітол має значні переваги над іншими поліолами: низька калорійність та відсутня глікемічність, що дозволяє виробляти вироби дієтичного призначення з пониженою калорійністю [4].

Для визначення раціонального використання еритрітолу було проведено комплекс досліджень з визначення оптимального дозування еритрітолу та його впливу на органолептичні, структурно-механічні (адгезія, гранична напруга зсуву, відносна пружність і пластичність).

У технології маршмелоу важливе значення мають умови й терміни зберігання, тому доцільно було визначити сорбційно-десорбційні властивості

маршмелоу на еритритолі і порівняти їх із сорбційно-десорбційними властивостями на цукрі. Для пояснення впливу еритритолу було досліджено сорбційні властивості самого цукрозамінника і цукру. Криві сорбції-десорбції наведено на рис. 1.

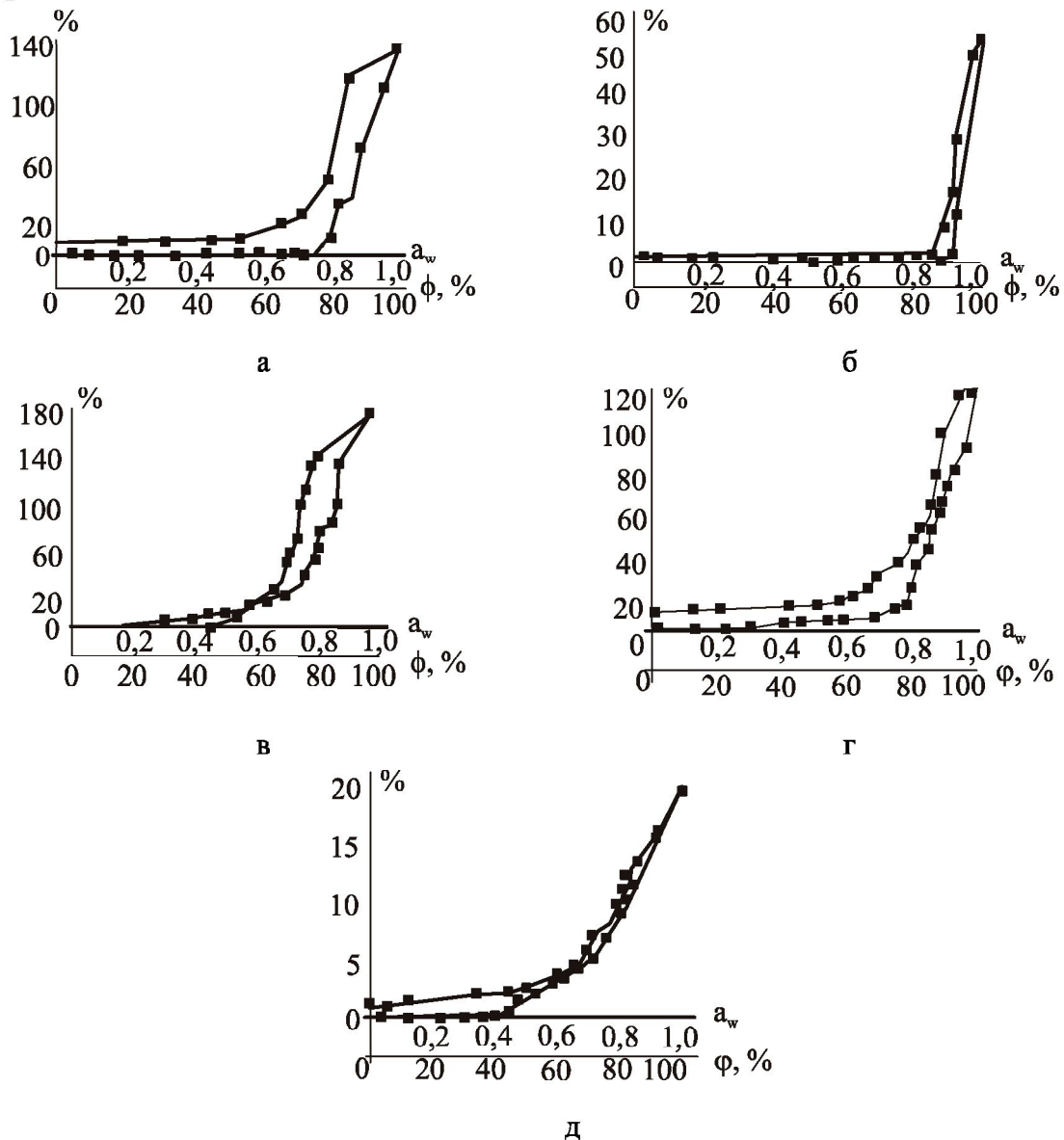


Рис. 1. Криві сорбції-десорбції: а) цукру, б) еритритолу; в) фруктози; г) маршмелоу на цукрі; д) маршмелоу на еритритолі

Для аналізу отриманих результатів ізотерми сорбції поділено на три зони: I — низького вологовмісту, II — середнього вологовмісту, III — високого вологовмісту (табл. 2). Перша зона відповідає мономолекулярній адсорбції, друга зона — полімолекулярній адсорбції, третя — капілярній адсорбції.

Аналіз отриманих даних показує, що цукор починає поглинати вологу при $a_w = 0,78$, а еритритол — при $a_w = 0,91$, що свідчить про його низьку гігроскопічність.

Дослідження впливу еритритолу на маршмелоу показали, що така ж тенденція спостерігається у виробках: при $a_w = 0,75$ рівноважна вологість на цукрі становить 10 %, на еритритолі — 6 %. Вологість самого виробу маршмелоу становить $18,5 \pm$

± 1,0 %. Отже, оскільки рівноважна вологість усіх зразків нижче вологості виробу, то буде спостерігатися процес усихання, який у зразку на еритрітолі відбуватиметься швидше. Це вказує на те, що для правильного зберігання (згідно з ТУ У 19492247.011-2001) [2] виробу потрібно пакувати у вологонепроникну тару.

Таблиця 2. Значення рівноважної вологості

Зразок	Значення рівноважної вологості, %		
	Перша зона	Друга зона	Третя зона
	$\varphi = 0—25, \%$ $a_w = 0,0—0,25$	$\varphi = 26—75, \%$ $a_w = 0,26—0,75$	$\varphi = 76—100, \%$ $a_w = 0,76—1,0$
Цукор	0,0 — 0,0	0,0 — 0,0	0,0 — 140,0
Еритрітол	0,0 — 0,0	0,0 — 0,0	0,0 — 55,0
Маршмелоу на цукрі	0,0 — 0,0	0,0 — 10,0	10,0 — 110,0
Маршмелоу на еритрітолі	0,0 — 0,0	0,0 — 6,0	7,0 — 20,0

Для уповільнення процесу черствіння (усихання) доцільно додавати до еритрітолу сировину з високою гігроскопічністю. Такою сировиною є фруктоза. Сорбційні властивості (рис. 1) характеризують фруктозу як дуже гігроскопічну речовину, яка починає поглинати вологу при $a_w = 0,49$ і при $a_w = 1,0$ може поглинути до 180 %, тоді як еритрітол — до 55 %.

Нами було проведено серію дослідів, у яких еритрітол заміняли на фруктозу від 10 до 50 %. На рис. 2 наведено криві сорбції-десорбції зразків маршмелоу на суміші еритрітолу з фруктозою в кількості 20 %, 30 % та 40 %.

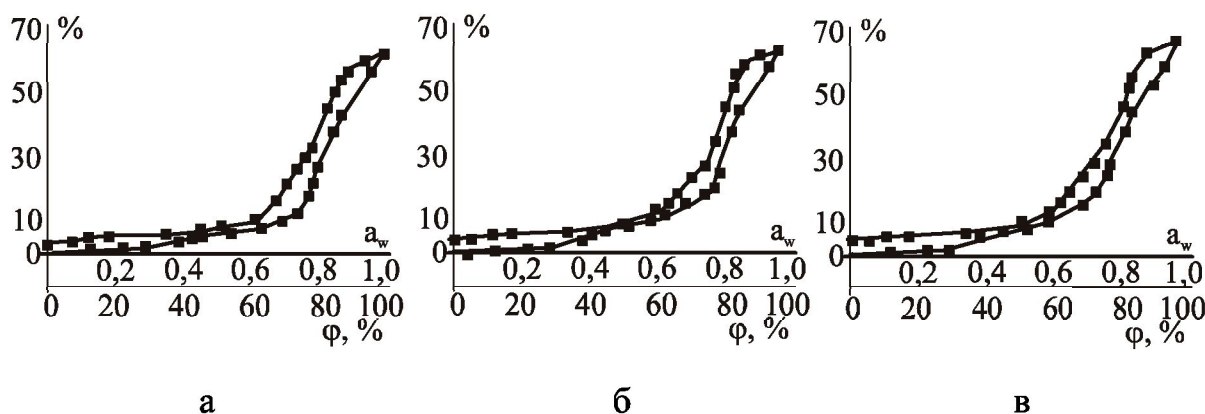


Рис. 2. Криві сорбції-десорбції маршмелоу на суміші еритрітолу і фруктози:
а) 80 % еритрітолу та 20 % фруктози; б) 70 % еритрітолу та 30 % фруктози;
в) 60 % еритрітолу та 40 % фруктози

Результати аналізу кривих сорбції наведено в табл. 3.

Аналіз отриманих даних показав, що всі зразки вже в зоні мономолекулярної адсорбції поглинають до 2 % вологи. Заміна еритрітолу на фруктозу призводить до того, що рівноважна вологість зростає зі збільшенням відсотка фруктози (при 20 % фруктози до 13 %; при 30 % фруктози до 16 %, при 40 % фруктози до 21 %). Заміна еритрітолу на 35 % фруктози буде забезпечувати значення рівноважної вологості, яке дорівнює вологості досліджуваного зразка маршмелоу.

Таблиця 3. Значення рівноважної вологості

Зразок маршмелоу на суміші еритрітолу та фруктози	Значення рівноважної вологості, %		
	Перша зона	Друга зона	Третя зона
	$\varphi = 0—25, \%$	$\varphi = 26—75, \%$	$\varphi = 76—100, \%$
	$a_w = 0,0—0,25$	$a_w = 0,26—0,75$	$a_w = 0,76—1,0$
80 % на 20 %	0,0—2,0	2,0—13,0	13,0—61,0
70 % на 30 %	0,0—2,0	2,0—16,0	16,0—62,0
60 % на 40 %	0,0—2,0	2,0—21,0	21,0—65,0

Нами були розроблені рецептури на еритрітолі і на суміші еритрітол-фруктоза (35%). Досліджено їх органолептичні, фізико-хімічні показники, визначено глікемічність і енергетичну цінність. Результати розрахунку наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Енергетична цінність виробів маршмелоу

Зразок маршмелоу	Енергетична цінність, ккал
на цукрі	343,49
на еритрітолі	75,06
на суміші еритрітолу та фруктози (65 % на 35 %)	149,48

Розрахунок показав, що енергетична цінність маршмелоу, виготовленого на еритрітолі, на 78,1 % менша за калорійність зразка на цукрі, а на суміші еритрітолу та фруктози відповідно — на 56,5 %.

У різних країнах світу закладені вимоги до продуктів, які мають маркування «зі зменшеною калорійністю». В США — це продукти, в яких калорійність зменшена щонайменше на 25 %, в Німеччині та Іспанії — на 30 %, у Швеції та Великій Британії — на 25 %, у Франції та Нідерландах — на 33 %, порівняно з харчовим продуктом, виготовленим за стандартною рецептурою [4]. Все це вказує на те, що нові види маршмелоу можна віднести до виробів «зі зменшеною калорійністю». При розробці кондитерських виробів дієтичного призначення важливе значення мають глікемічні індекси сировини, що використовується. Глікемічний індекс — показник, який показує співвідношення концентрації глюкози в крові людини, яка вживає дослідний та еталонний продукт. Як еталон використовують білий хліб або глюкозу.

У НУХТі розроблена методика розрахунку показника глікемічності, яка враховує глікемічний індекс сировини та її кількість в 100 г продукту [5]. Розрахунок показника глікемічності нових виробів маршмелоу наведено в табл. 5.

Таблиця 5. Розрахунок показника глікемічності зразків маршмелоу

Сировина	Вміст сировини в 100 г продукту	Еритрітол (ГІ=0%)		Фруктоза (ГІ=20%)		Глюкоза (ГІ=100%)		Мальтоза (ГІ=105%)		Крохмаль (ГІ=70%)	
		У 100 г сировини	У продукті	У 100 г сировини	У продукті	У 100 г сировини	У продукті	У 100 г сировини	У продукті	У 100 г сировини	У продукті
Еритрітол	73,86/ 49,90*	98,6	72,82/ 49,20	-	-	-	-	-	-	-	-

Фруктоза	0/22,57	-	-	98,0	0/22,12	-	-	-	-	-	-
Патока	8,76	-	-	-	-	15,6	1,37	28,15	2,47	34,0	2,98

* в чисельнику зразок на еритрітолі, в знаменнику — на еритрітолі та фруктозі (65 % на 35 %).

Розрахунок показника глікемічності проводили за формулою 1:

$$ПГ = a_i \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + \dots + a_n \cdot x_n, \quad (1)$$

де $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ — глікемічний індекс вуглеводів; $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ — кількість відповідних вуглеводів у 100 г готового продукту. Таким чином, зразок маршмелу на цукрі має глікемічність 51,06 од., на еритрітолі — 6,05 од., на суміші еритрітолу та фруктози — 10,56 од.

Висновки

У результаті проведених досліджень доведено доцільність використання еритрітолу при виробництві маршмелу дієтичного призначення для всіх верств населення, в тому числі і хворих на цукровий діабет. Визначено оптимальне співвідношення еритрітолу та фруктози (65/35 %), які показали, що при $a_w = 0,75$ рівноважна вологість відповідає вологості самого виробу. Розрахунок енергетичної цінності і глікемічності довів можливість маркування виробів на еритрітолі з пониженою калорійністю і «редукованою глікемічністю» [6]. Нові вироби на основі еритрітолу можна споживати людям, які хворі на цукровий діабет і страждають від надмірної ваги.

Література

1. *Минифай Б.У.* Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия: [пер. с англ., 3-е издание] / Б. У. Минифай. — СПб: Профессия, 2005. — 808 с.
2. *Вироби кондитерські маршмелу:* ТУ У 19492247.011-2001. — К.: УкрЦСМ: Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації, 2001. — 22 с. — (Нормативний документ Державний комітет України по стандартизації, метрології та сертифікації. Технічні умови).
3. *Яценко В.М.* Розробка раціональних технологій нових кондитерських виробів на основі желатину: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів» / В. М. Яценко. — Київ, 2002. — 19 с.
4. *Полумбрик М.О.* Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М. О. Полумбрик. — К.: Академперіодика. 2011. — 487 с.
5. *Патент 40623* Україна, МПК А 23 L 1/10 Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту / Дорохович А.М., Ковбаса В.М., Гуліч М.П., Дорохович В.В., Яременко О.М.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. — заявл 10.07.2008., опубл. 27.04.2009. Бюл. № 8.
6. *Яременко О.М.* Удосконалення технології печива шляхом зниження глікемічності, калорійності та покращення фізіологічної цінності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.01 «Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів» / О.М.Яременко; НУХТ.— К., 2010.— 19 с.

САХАРОЗАМЕНИТЕЛЬ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ЭРИТРИТОЛ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОРБЦИОННО- ДЕСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАРШМЕЛОУ

А.Н. Дорохович, В.В. Бадрук

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведена характеристика кондитерского изделия маршмеллоу. Проанализированы свойства сахарозаменителя нового поколения эритритола и его преимущества перед другими полиолами. Подтверждена целесообразность использования эритритола при производстве маршмеллоу. Исследованы сорбционные свойства эритритола и изделия маршмеллоу на его основе. Доказана целесообразность использования смеси эритритола и фруктозы при производстве маршмеллоу. Показано их оптимальное соотношение с точки зрения влияния на сорбционные свойства изделия. Расчет энергетической ценности показал, что новые виды маршмеллоу можно маркировать как изделия из «редуцированной» калорийностью и гликемичностью.

Ключевые слова: маршмеллоу, сахарозаменители, полиолы, эритритол, сорбция.