

НАДАННЯ МАРШМЕЛОУ СТАТУСУ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ І ДІЄТИЧНИЙ ПРОДУКТ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬТИТОЛУ ТА ФРУКТОЗИ

Дорохович А.М., д-р техн. наук, професор, Бадрук В.В., аспірант
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Досліджено властивості поліолу мальтитола з точки зору доцільності та можливості використання при виробництві піноподібного кондитерського виробу маршмелоу функціонального та дієтичного призначення. Мальтитол має значні переваги над сахарозою: нижчу калорійність і глікемічний індекс, виконує роль фізіологічно-функціонального інгредієнта, тому що володіє пребіотичним ефектом. Досліджено властивості маршмелоу при використанні суміші мальтитола та фруктози. Визначено сорбційно-десорбційні властивості нових виробів маршмелоу.

The properties of polyols maltitol in terms of feasibility and possible use in the manufacture of confectionery products spumy marshmallow functional and dietary purposes. Maltitol has significant advantages over sucrose: lower calorie and glycemic index serves as a physiologically functional ingredient because it have effect of pre-

biotic. The properties of marshmallow mixture using maltitol and fructose. Determined sorption-desorption properties of new products marshmallow.

Ключові слова: цукор, пребіотик, глікемічний індекс, сорбція, десорбція.

Однією із проблем людства є те, що людина, озброївшись науковими і технічними знаннями, намагається виправити або покращити природу. Упродовж тисячоліть люди харчувались природними продуктами, не використовуючи рафіновані цукри та жири.

Споживання легкозасвоюваних вуглеводів потребує для засвоєння гормону інсулін. Надлишкове їхнє споживання сприяє розвитку захворювань на цукровий діабет, ожиріння. Цукровий діабет сьогодні посідає третє місце після серцево-судинних та онкологічних захворювань. Кількість хворих цією хворобою за офіційними даними на території України становить понад 1,1 млн. Ця кількість з кожним роком зростає. Однак за неофіційними даними вважається, що кількість хворих у 3 рази більша.

Основною складовою більшості кондитерських виробів є цукор (сахароза), яку не можна споживати хворим на цукровий діабет. Тому для вирішення проблеми виробництва кондитерських виробів, які можна споживати всім групам населення, в тому числі і хворим на цукровий діабет, потрібний пошук альтернативної сировини, яка б могла повністю замінити сахарозу. Аналіз ринку України показує, що кондитерська промисловість виробляє дуже мало кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет, а маршмеллоу взагалі не виробляється.

У цивілізованих країнах сьогодні інтенсивно розвивається промислове виробництво «здорових» харчових продуктів, в тому числі і дієтичних для хворих на цукровий діабет. При їхньому виробництві використовуються поліоли нового покоління (мальтитол, еритритол, ізомальтитол, лактитол тощо). Нашу ж увагу привернув цукрозаміник (поліол) природного походження – мальтитол.

Мальтитол володіє рядом переваг: мальтитол не потребує для засвоєння гормону інсуліну, не викликає карієсу зубів. Його використання дозволяє отримати вироби із зниженою калорійністю. У порівнянні із сахарозою, калорійність якої становить 4,0 ккал/г, мальтитол має лише 2,4 ккал/г, сприяє кращому засвоєнню мінеральних речовин. Солодкість мальтитолу в порівнянні з сахарозою (100 %) становить 90 %. Глікемічний індекс становить 36 %, а сахарози – 68 %, глюкози – 100 %. Володіє пребіотичними властивостями, тобто сприяє росту і розвитку мікрофлори кишечника, яка в свою чергу пригнічує ріст і розмноження патогенних мікроорганізмів за рахунок зменшення кишкового pH [1, 2, 3].

Проведені нами дослідження кінематичної в'язкості розчинів сахарози та мальтитолу показали, що в'язкість розчинів мальтитолу дещо більша в порівнянні із розчином сахарози, але незначно (від 5 до 20 % залежно від концентрації та температури). Це вказує на те, що використання мальтитолу не потребує суттєвих змін технологічних параметрів при виробництві кондитерських виробів.

Дослідження поверхневого натягу та густини розчину мальтитолу показали, що поверхневий натяг розчинів мальтитолу значно менший від розчинів сахарози при різних концентраціях (до 15 %). Густина розчину менша на 0,5 – 1 %. Все це вказує на доцільність використання мальтитолу при виробництві піноподібних кондитерських мас.

Зараз на ринку України з'явився новий кондитерський виріб маршмеллоу піноподібної структури, який користується великим попитом. У НУХТі розроблена технологія маршмеллоу, яка захищена патентом України. Ця технологія дозволяє виробляти маршмеллоу на наявному на багатьох фабриках обладнанні. Згідно з цією технологією при виробництві маршмеллоу використовують цукор білий кристалічний у вигляді цукрової пудри і тому такий виріб не можуть споживати хворі на цукровий діабет.

Метою нашої роботи було розроблення технології маршмеллоу на мальтитолі, що дозволяє споживати їх всім групам населення, в тому числі і хворим на цукровий діабет.

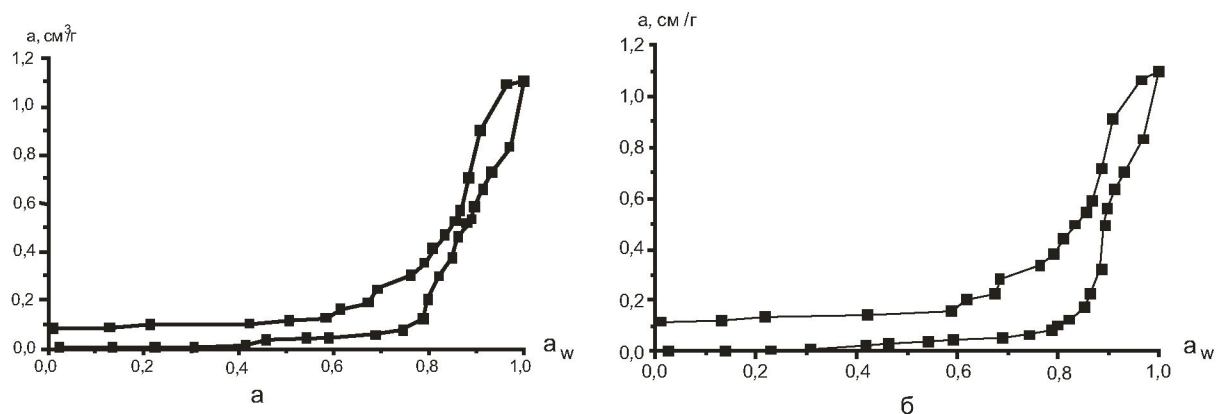
Технологія НУХТ передбачає використання желатину у вигляді розчину з гідромодулем желатин:вода 1:8. Використання такого ж гідромодуля при виробництві маршмеллоу на мальтитолі не забезпечує необхідних пружно-еластичних властивостей виробів, які обумовлює желатин. Тому це потребувало зміни кількості драг-леутворювача – желатину. Проводили дослідження зі збільшення кількості желатину та визначення структурно-механічних властивостей отриманих зразків виробів. Визначення проводили на автоматичному пенетрометрі АП-4/2. Визначали граничну загальну, пружну деформацію, відносну пластичність, відносну пружність та граничну напругу зсуву. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Досліди показали, що зразок № 4 за структурно-механічними показниками наближається до зразка на цукрі білому кристалічному (контрольному). При цьому кількість желатину була збільшена в 1,9 рази.

Маршмеллоу на цукрі має властивості втрачати вологу, тому піддається пакуванню. Необхідно було провести дослідження сорбційно-десорбційних властивостей маршмеллоу на мальтитолі. Криві сорбції-десорбції наведено на рис 1.

Таблиця 1 – Значення структурно-механічних показників зразків маршмелу з різною кількістю драглеутворювача

Зразок	Кількість желатину, % до маси цукру (цукрозамінника)	Загальна деформація, од. приладу	Пружна деформація, од. приладу	Відносна пластичність, %	Відносна пружність, %	Гранична напруження зсуву, кПа
Контрольний на цукрі	4,0	138	21	84,7	15,2	1,46
№ 1	4,0	145	28	80,7	19,3	1,40
№ 2	5,2	142	26	81,7	18,3	1,43
№ 3	6,4	141	24	83,0	17,0	1,45
№ 4	7,6	136	20	85,3	14,7	1,47
№ 5	8,8	130	16	87,7	12,3	1,50



а) – на цукрі, б) – на мальтитолі

Рис. 1 – Криві сорбції-десорбції зразків маршмелу

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.

Таблиця 2 – Вміст води по зонах ізоТЕРМ сорбції

Маршмелу на основі:	Вміст води по зонах ізоТЕРМ сорбції, см ³ /г		
	I ($A_w = 0 - 0,25$)	II ($A_w = 0,26 - 0,75$)	III ($A_w = 0,76 - 1,00$)
цукру білого кристалічного	0,00 – 0,00	0,00 – 0,07	0,07 – 1,10
мальтитолу	0,00 – 0,01	0,01 – 0,09	0,09 – 1,11

Маршмелу на цукрі при $a_w = 0,25$ не поглинає води, а зразок на мальтитолі поглинає близько 1 % води. Аналіз ізоТЕРМ сорбції показав, що всі види маршмелу у II зоні, тобто зоні полімолекулярної адсорбції проявляють сорбційні властивості як на цукрі, так і на мальтитолі. Однак на мальтитолі на 2 % більше. Згідно з ТУ маршмелу повинно зберігатися при температурі 18 – 20 °C при відносній вологості 70 – 75 %, що відповідає $a_w = 0,7 - 0,75$, рівноважна вологість маршмелу при $a_w = 0,7$ на мальтитолі рівна 8 %, на цукрі – 6 %, при $a_w = 0,75$ відповідно 9 % та 7 %. Вологість маршмелу рівна 18,5 %. Таким чином, маршмелу на мальтитолі, як і на цукрі, будуть втрачати воду при зберіганні і усушати.

Для запобігання швидкого видалення води з виробу доцільно до рецептурного складу ввести вологоутримувальну сировину. Зараз на ринку України при виробництві виробів для хворих на цукровий діабет знайшла широке використання фруктоза, яка володіє високою гігроскопічністю. Досліди проведені нами тільки на фруктозі показали неможливість її використання через високу адгезію (липкість). Тому метою наступного дослідження було встановлення раціонального використання мальтитолу і фруктози, що підвищує рівноважну вологість і усуває липкість готового виробу. Будо проведено великий комплекс

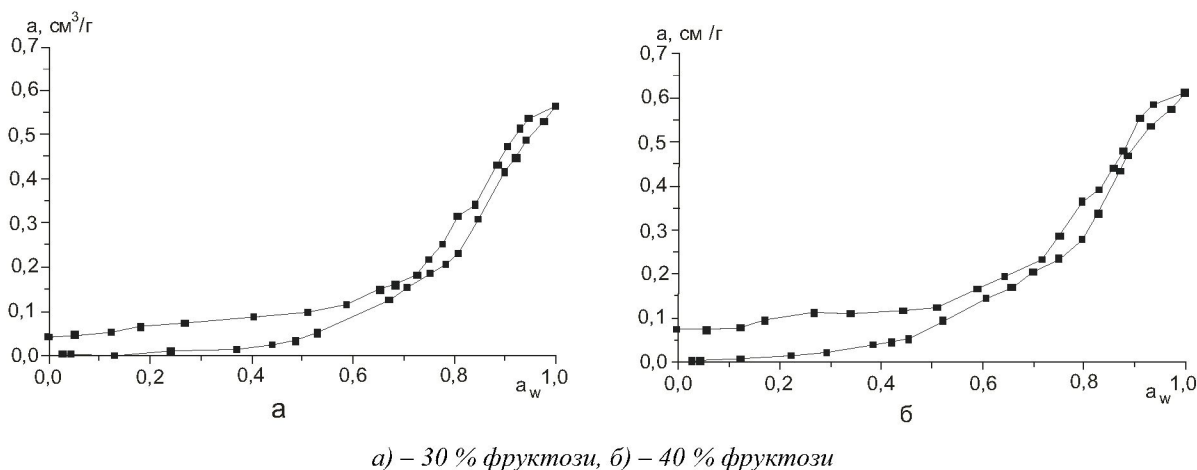
досліджень, у яких мальтитол замінювали на фруктозу в кількості від 10 до 60 %. Отримані результати наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Значення структурно-механічних показників маршмелову з різним % фруктози

Зразок	Кількість фруктози, %	Загальна деформація, од. приладу	Пружна деформація, од. приладу	Відносна пластичність, %	Відносна пружність, %	Гранична напруження зсуву, кПа
Контрольний на цукрі	–	138	21	84,7	15,2	1,46
№ 1	10	133	18	86,5	13,5	1,45
№ 2	20	134	19	85,8	14,2	1,43
№ 3	30	136	20	85,3	14,7	1,41
№ 4	40	138	21	84,8	15,2	1,40
№ 5	50	139	23	83,4	16,5	1,36
№ 6	60	141	27	80,8	19,1	1,32

До контрольного зразка наближаються зразки № 3 та № 4, в яких вміст фруктози до маси мальтитолу складає 30 – 40 %. Безумовно, нас цікавило, як така заміна вплине на сорбційно-десорбційні властивості виробів маршмелову.

Криві сорбції-десорбції наведено на рисунку 2.



а) – 30 % фруктози, б) – 40 % фруктози

Рис. 2 – Криві сорбції-десорбції маршмелову на суміші мальтитолу та фруктози

Отримані результати представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Вміст води по зонах ізотерм сорбції

Маршмелову на основі:	Вміст води по зонах ізотерм сорбції, см³/г		
	I ($A_w = 0 - 0,25$)	II ($A_w = 0,26 - 0,75$)	III ($A_w = 0,76 - 1,00$)
Мальтитолу та фруктози (30 %)	0,00 – 0,01	0,01 – 0,18	0,18 – 0,56
Мальтитолу та фруктози (40 %)	0,00 – 0,03	0,03 – 0,24	0,24 – 0,62

Ми вважаємо, раціональне співвідношення мальтитол/фруктоза складає 70/30 %. Оскільки умови зберігання можуть змінюватися, то для збереження структурно-механічних властивостей і забезпечення мікробіологічних показників виробів ми рекомендуємо їх герметично пакувати.

Згідно із запропонованою технологією розроблені рецептури на нові види маршмелову, визначено енергетичну цінність та показник глікемічності, методика якого була розроблена в НУХТ і захищена патентом. Розрахунок показника дано в таблиці 5 [4].

Таблиця 5 – Рецептурний склад та визначення кількості вуглеводних одиниць

Найменування сировини	Кількість сировини в 100г готового продукту	Вміст вуглеводів та глікемічних одиниць									
		Вуглевод 1, $\Gamma=C_1$		Вуглевод 2, $\Gamma=C_2$		Вуглевод 3, $\Gamma=C_3$		Вуглевод 4, $\Gamma=C_4$		Вуглевод 5, $\Gamma=C_5$	
		В 100 г		В 100 г		В 100 г		В 100 г		В 100 г	
		сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту	сировини	готового продукту
1-ша сировина	b_1	a_1^1	$a_1^1 b_1$	a_1^2	$a_1^2 b_1$	a_1^3	$a_1^3 b_1$	a_1^4	$a_1^4 b_1$	a_1^5	$a_1^5 b_1$
2-га сировина	b_2	a_2^1	$a_2^1 b_2$	a_2^2	$a_2^2 b_2$	a_2^3	$a_2^3 b_2$	a_2^4	$a_2^4 b_2$	a_2^5	$a_2^5 b_2$
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
m сировина	b_m	a_m^1	$a_m^1 b_m$	a_m^2	$a_m^2 b_m$	a_m^3	$a_m^3 b_m$	a_m^4	$a_m^4 b_m$	a_m^5	$a_m^5 b_m$
У в 100 г продукту			x_1		x_2		x_3		x_4		x_5

$$CG = C_1(a_1^1 b_1 + a_1^2 b_2 + \dots + a_m^1 b_m) + C_2(a_1^2 b_1 + a_2^2 b_2 + \dots + a_m^2 b_m) + C_3(a_1^3 b_1 + a_2^3 b_2 + a_m^3 b_m) + C_4(a_1^4 b_1 + a_2^4 b_2 + \dots + a_m^4 b_m) + C_5(a_1^5 b_1 + a_2^5 b_2 + \dots + a_m^5 b_m),$$

де C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 – коефіцієнти, що показують (в нашому випадку) глікемічний індекс окремих вуглеводів). Результати розрахунку енергетичної цінності та показника глікемічності представлені в таблиці 6.

Таблиця 6 – Енергетична цінність та показник глікемічності

Зразок	Енергетична цінність, ккал/г	Показник глікемічності, од.
На цукрі білому кристалічному	343,49	51,16
На мальтитолі	214,35	27,48
На мальтитолі та фруктозі	238,89	25,57

Таким чином, виходячи з отриманих результатів, робимо висновок: вироби на мальтитолі мають на 37,6 % та на суміші мальтитолу та фруктози на 30,5 % меншу енергетичну цінність у порівнянні з контрольним зразком на цукрі білому кристалічному. Показник глікемічності у зразку на мальтитолі менший 46,3 %, а на суміші мальтитолу та фруктози на – 50,01 % менший. Отже, дані вироби можна віднести до виробів пониженої калорійності. Згідно з запропонованою проф. Дорохович А.М. термінологією, вироби, які мають показник глікемічності менший на 25 % від показника глікемічності виробу, взятого за контрольний, заслуговують статусу виробів із «редукованою глікемічністю».

Висновки

1. Розглянуто та досліджено основні властивості цукрозамінника (поліолу) мальтитолу. Визначена можливість використання мальтитолу при виробництві піноподібного кондитерського виробу маршмелу.

2. Встановлена і науково обґрунтована доцільність використання суміші поліолу мальтитолу та моноцукриду фруктози у співвідношенні 70:30, що дало можливість наблизити значення рівноважної вологості маршмелу до вмісту води, що запропоновано в рецептурі вихідного зразка. Це вказує на те, що вироби при зберіганні не будуть ні намокати, ні висихати.

3. Розраховані глікемічність, згідно з показником глікемічності, та енергетична цінність нових видів маршмелу показує, що використання мальтитолу і фруктози дає можливість виробляти виріб із статусом «функціональний харчовий продукт» шляхом використання мальтитолу та «дієтичний харчовий продукт» за рахунок використання фруктози та мальтитолу.

Література

1. Полубрик М. О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М. О. Полубрик. – К.: Академперіодика, 2011. – 487 с.

2. Дорохович А. Н. Сахарозаменители, их преимущества и недостатки с позиции применения в производстве кондитерских изделий / А. Н. Дорохович, В. В. Дорохович, О. М. Яременко // Продукты и ингредиенты. 2007. – № 2. – С. 28 – 30.
3. Дорохович В. В. Сахарозаменители нового поколения и их использование при производстве диабетических кондитерских изделий / В. В. Дорохович // Продукты и ингредиенты. 2006. – № 4. – С. 18 – 20.
4. Пат. 40623 Україна, МПК А 23 L 1/10 Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту / А. М. Дорохович, В.М. Ковбаса, М.П. Гуліч, В.В. Дорохович, О.М. Яременко; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – заявл 10.07.2008., опубл. 27.04.2009. Бюл. № 8.