

DETERMINATION OF THE EFFECT OF SUGARS SUCROSE, GLUCOSE, FRUCTOSE AND VARIOUS TYPES OF THE STARCHED MOLASSES ON THE PROPERTIES OF CARAMEL MASS

A. Dorokhovych, L. Mazur

National University of Food Technologies

Key words:

Caramel mass
Sucrose
Glucose
Fructose
Starched molasses
Sorption and desorption properties

Article history:

Received 12.01.2018
Received in revised form 31.01.2018
Accepted 14.02.2018

Corresponding author:

A. Dorokhovych
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The paper presents the results of studies on the influence of sugars (sucrose, glucose, fructose) and various types of molasses on the physical and chemical, structural and mechanical and sorption properties of caramel mass.

It was established that an increase of the content of reducing agents in the molasses contributes to the reduction of the duration of boiling the caramel mass, the growth of the caramel mass spread and the increase of the time of the formation of the vitreous amorphous structure of caramel. The addition of caramel mass to a humidity of 2—3% on the basis of sugars using different types of molasses requires a different final boiling temperature: on the basis of sucrose — 408 K, glucose — 418 K, fructose — 423 K. Studies of sorption and desorption properties of the mass showed that sugars (sucrose, glucose, fructose) and various types of molasses influence on the sorption and desorption properties. It was established that the equilibrium moisture content of caramel mass, made on the basis of fructose and various types of molasses, at $a_w = 0.75$ ($\varphi = 75\%$) varies within 11—22%. This suggests that caramel, made on the basis of fructose, is very hygroscopic and when storing it will absorb moisture to the equilibrium. It was established that the equilibrium moisture content of caramel mass on the basis of sucrose and glucose with different types of molasses is practically identical. The equilibrium moisture content of caramel mass when using sucrose and glucose and low-soluble and caramel molasses corresponds to humidity according to the recipe, which is equal to 1—3%, to form caramel on the KFW it is allowed up to 4%. The caramel mass, made on the basis of maltose and glucose, has higher equilibrium moisture, which does not correspond to the traditional recipe, that's why, when using them, it is necessary to develop special recipes.

The complex of researches on determining the influence of sucrose, glucose and fructose, as well as various types of starch molasses on the quality of caramel mass and finished caramel has shown the possibility of using different types of starch molasses in the production of caramel based on sucrose, glucose. Caramel based on fructose using various types of molasses is very hygroscopic and requires special attention when packing with consideration of its properties.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-30

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦУКРІВ САХАРОЗИ, ГЛЮКОЗИ, ФРУКТОЗИ ТА РІЗНИХ ВИДІВ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ НА ВЛАСТИВОСТІ КАРАМЕЛЬНОЇ МАСИ

А.М. Дорохович, Л.С. Мазур

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) та різних видів патоки на фізико-хімічні, структурно-механічні та сорбційні властивості карамельної маси.

У результаті досліджень встановлено, що збільшення вмісту редукуючих речовин у патоці сприяє скороченню тривалості уварювання карамельної маси, зростанню розтікання карамельної маси і збільшенню часу утворення склоподібної аморфної структури карамелі. Уварювання карамельної маси до вологості 2—3% на основі сахарози, глюкози, фруктози з використанням різних видів патоки потребує різної кінцевої температури уварювання: на сахарозі — 408 К, на глюкозі — 418 К, на фруктозі — 423 К. Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей маси показали, що цукри та різні види патоки впливають на сорбційно-десорбційні властивості. Встановлено, що рівноважна вологість карамельної маси, виготовленої на основі фруктози і різних видів патоки, при $a_w = 0,75$ ($\phi = 75\%$) коливається в межах 11—22 %. Це свідчить про те, що карамель, виготовлена на фруктозі, дуже гігроскопічна і при зберіганні буде поглинати вологу до рівноважного стану. Доведено, що рівноважна вологість карамельної маси на сахарозі і глюкозі з різними видами патоки практично однакова. Рівноважна вологість карамельної маси з використання сахарози і глюкози та низькооцукреної і карамельної патоки відповідає вологості згідно з рецептурою, що дорівнює 1—3% (для формування карамелі на агрегаті КФЗ дозволено до 4%). Карамельна маса, виготовлена на основі мальтозної і глюкозної патоки, має підвищену рівноважну вологість, яка не відповідає традиційній рецептурі, тому за необхідності їх використання виникає необхідність розроблення спеціальних рецептур.

Проведений комплекс досліджень з визначення впливу сахарози, глюкози та фруктози, а також різних видів крохмальної патоки на якість карамельної маси і готової карамелі підтвердив можливість використання різних видів крохмальної патоки при виробництві карамелі на сахарозі, глюкозі. Карамель на фруктозі з використанням різних видів патоки дуже гігроскопічна і потребує особливої уваги при пакуванні з урахуванням її властивостей.

Ключові слова: карамельна маса, сахароза, глюкоза, фруктоза, крохмальна патока, сорбційно-десорбційні властивості.

Постановка проблеми. Карамель — це кондитерський виріб, який користується великим попитом у всіх верств населення завдяки гарним органолептичним показникам, тривалому терміну зберігання, низькій ціні.

Карамель залежно від рецептури і технології розподіляють на такі види [1]: льодяникова, карамель з начинкою, молочна, глазурована шоколадною, кондитерською або жировою глазур'ю, м'яка, вітамінізована, лікувальна.

Велике значення у якості будь-якого виду карамелі є властивості карамельної маси, яка впливає на якість готового продукту, а також реологічні властивості карамельної маси, які головним чином впливають на її застигання, що важливо при формуванні виробів. Основною сировиною у виготовленні карамельної маси за традиційною технологією є цукор білий кристалічний (сахароза) і карамельна патока [2].

Цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) та різні види патоки мають відмінності в органолептичних і фізико-хімічних показниках. Це вказує на те, що вони будуть по-різному впливати на властивості карамельної маси і готової карамелі. Аналіз літературних джерел не дав змоги визначити вплив сахарози, глюкози, фруктози, різних видів патоки на властивості карамельної маси і готової карамелі.

Мета статті полягає у проведенні комплексу досліджень з визначення впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) та різних видів крохмальної патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної та мальтозної) на якість карамельної маси, яка залежить від тривалості її приготування, оскільки зі скороченням процесу уварювання зменшується кількість вторинних продуктів розпаду цукрів (оксиметилфурфурол, левулінова кислота, гумінові речовини), які впливають на забарвлення маси.

Викладення основних результатів дослідження. Цукор білий кристалічний (сахароза) є традиційною сировиною при виробництві карамелі. Сахароза має багато переваг — низька гігроскопічність, висока розчинність, висока солодкість. Проте на сьогодні актуальним є визначення можливості використання властивостей інших цукрів (глюкоза і фруктоза) у виробництві карамелі [3].

Глюкоза (декстроза, крохмальний, кукурудзяний цукор) найбільш розповсюджений моносахарид у природі, який має швидку фізіологічну засвоюваність. Усі вуглеводи, потрапляючи в кров, спочатку піддаються в організмі людини ферментативному гідролізу до глюкози (крохмаль, сахароза, мальтоза) і тому глюкозу, завдяки швидкому засвоюванню, рекомендують використовувати у дитячому харчуванні, харчуванні спортсменів, людей розумової праці [4].

Фруктоза є найсолодшим цукром. Особливістю фруктози є її низький глікемічний індекс, тобто після її споживання не спостерігається швидкого підвищення рівня цукру, тому фруктозу можуть споживати хворим на цукровий діабет [4].

При виробництві карамелі використовують крохмальну патоку — продукт неповного ферментативного або кислотного гідролізу крохмалю, яка виконує антикристалізаційні властивості при виробництві карамелі. Патоку згідно з державним стандартом поділяють на [5]: низькооцукрену, карамельну, глюкозну високооцукрену, мальтозну.

Низькооцукрена патока являє собою густу, в'язку рідину з незначною опалесценцією від безбарвного до блідо-жовтого забарвлення. Масова частка редукуючих речовин такої патоки становить 30,0—34,0% за вмісту сухих речовин 78,0%.

Карамельна патока поділяється на вищий і перший сорт. Вона має менш густу консистенцію, ніж низькоцукрена, з незначною опалесценцією від безбарвного або блідо-жовтого (вищий сорт) до темно-жовтого забарвлення (перший сорт). Масова частка редукуючих речовин такої патоки становить 38,0—42,0% для вищого сорту і 34,0—44,0% — для першого сорту. Масова частка сухих речовин складає 78,0%.

Глюкозна високоцукрена патока — це прозора в'язка рідина від темно-жовтого до коричневого забарвлення з масовою часткою вологи 22,0% і вмістом редукуючих — 45,0—60,0%.

Мальтозна патока характеризується найвищим вмістом редукуючих речовин — від 50% і вище. За зовнішнім виглядом — це від безбарвного до блідо-жовтого забарвлення густа рідина, проте її в'язкість дещо нижча, ніж в'язкість інших видів патоки.

Було проведено дослідження з визначення тривалості уварювання карамельної маси на сахарозі залежно від виду використаної патоки (табл. 1).

Таблиця 1. Залежність якості карамельної маси на сахарозі від вмісту редукуючих речовин у патоці

Вид патоки	Вміст редукуючих речовин у патоці, %	Тривалість уварювання карамельної маси, сек	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Масова частка вологи карамельної маси, %
Низькоцукрена	32,31	295	1,78	2,30
Карамельна	42,00	290	1,81	2,30
Глюкозна високоцукрена	43,58	287	1,82	2,30
Мальтозна	60,00	280	1,85	2,30

Аналіз отриманих даних показав, що зі зростанням вмісту редукуючих речовин у патоці скорочується тривалість уварювання карамельної маси, оскільки знижується вміст декстринів, які впливають на в'язкість маси, а у в'язкому середовищі процес відокремлення вологи затримується.

Карамельна маса по ходу технологічного процесу подається на охолодження до утворення склоподібної структури, тому було визначено вплив різних видів патоки на тривалість утворення аморфної склоподібної структури (табл. 2).

Таблиця 2. Залежність тривалості утворення склоподібної структури карамелі на сахарозі від вмісту редукуючих речовин у патоці

Вид патоки	Вміст редукуючих речовин у патоці, %	Тривалість утворення склоподібної структури, сек
Низькоцукрена	32,31	1 625
Карамельна	42,00	1 680
Глюкозна високоцукрена	43,58	1 690
Мальтозна	60,00	1 725

Досліди показали, що тривалість утворення склоподібної структури карамельної маси найбільша при використанні мальтозної патоки і найменша при використанні низькоцукреної патоки, тобто редукуючі речовини патоки

сприяють зростанню тривалості утворення структури. Так, при використанні мальтозної патоки тривалість утворення склоподібної структури карамелі зростає на 6,15% проти тривалості утворення склоподібної структури карамелі на основі низькооцукреної патоки. При використанні карамельної і глюкозної високооцукреної патоки суттєвих змін не визначено. Це вказує на те, що якщо на виробництві виникає потреба у зростанні тривалості утворення склоподібної структури, тобто більш тривалому збереженні карамельною масою своїх пластичних властивостей, то в такому випадку слід використовувати мальтозну патоку, а якщо потрібно скоротити процес — необхідно використовувати низькооцукрену патоку.

Подальші наші дослідження полягали у визначенні впливу глюкози і фруктози на структурно-механічні властивості карамельної маси порівняно з масою, виготовленою на сахарозі. Карамельну масу готували з урахуванням співвідношення 50% патоки до маси цукру з урахуванням вмісту сухих речовин сахарози, фруктози, глюкози. Було визначено вміст води, редуруючих речовин, розтікання карамельної маси на основі цукрів (сахарози, фруктози, глюкози) та крохмальної патоки з різним декстрозним еквівалентом. Результати отриманих даних наведено в табл. 3—6.

Таблиця 3. Показники якості карамельної маси на основі низькооцукреної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням низькооцукреної патоки і цукрів	Масова частка води карамельної маси, %	Вміст редуруючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°C)
Сахарози	2,31	9,81	1,78	408 (135)
Глюкози	2,75	64,38	1,83	418 (145)
Фруктози	2,81	66,0	1,87	423 (150)

Таблиця 4. Показники якості карамельної маси на основі карамельної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням карамельної патоки і цукрів	Масова частка води карамельної маси, %	Вміст редукуючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°C)
Сахарози	2,27	10,94	1,81	408 (135)
Глюкози	2,69	66,0	1,87	418 (145)
Фруктози	2,83	67,75	1,95	423 (150)

Таблиця 5. Показники якості карамельної маси на основі глюкозної високооцукреної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням глюкозної високооцукреної патоки і цукрів	Масова частка води карамельної маси, %	Вміст редукуючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°C)
Сахарози	2,26	12,25	1,82	408 (135)
Глюкози	2,68	71,63	1,90	418 (145)
Фруктози	2,83	68,45	1,95	423 (150)

Таблиця 6. Показники якості карамельної маси на основі мальтозної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням мальтозної патоки і цукрів	Масова частка вологи карамельної маси, %	Вміст редукуючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°С)
Сахарози	2,22	16,65	1,85	408 (135)
Глюкози	2,63	77,15	2,09	418 (145)
Фруктози	2,85	78,0	2,16	423 (150)

Аналіз отриманих даних показав, що уварювання карамельної маси до вологості 2—3% на основі сахарози, глюкози, фруктози з використанням різних видів патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної та мальтозної) потребує різної кінцевої температури уварювання. Якщо на сахарозі достатньо уварювати до температури 408 К (135° С), то для карамелі на глюкозі необхідно збільшити температуру уварювання до 418 К (145° С), на фруктозі — до 423 К (150° С). Встановлено, що розтікання карамельної маси на фруктозі і глюкозі залежно від виду патоки і відповідно на 5—16,5% і 2,8—13,0% більше, ніж розтікання карамельної маси на сахарозі.

У ДСТУ 3893-99 «Карамель. Загальні технічні умови» вказано, що максимальний вміст редукуючих речовин у карамелі повинен бути не більшим 23%. З табл. 3—6 видно, що цим вимогам нормативної документації відповідають властивості карамельної маси, виготовленої на основі сахарози з використанням різних видів патоки. А вміст редукуючих речовин карамельної маси, виготовленої на глюкозі з використанням різних видів патоки (низькооцукрена — 64,38%, карамельна — 66,0%, глюкозна високооцукрена — 71,63%, мальтозна 77,65%) і, відповідно, фруктози (низькооцукрена — 66,0%, карамельна — 67,75%, глюкозна високооцукрена — 68,45%, мальтозна 78,0%) значно вищий. Це вказує на те, що карамельна маса з різними видами патоки на глюкозі і фруктозі буде мати підвищену гігроскопічність.

Для визначення впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) та різних видів патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної, мальтозної) на гігроскопічність карамелі були досліджені сорбційно-десорбційні властивості карамелі на приладі Мак-Бена. Результати досліджень наведені на рис. 1—4, результати оброблення експериментальних даних наведені в табл. 7—10.

Таблиця 7. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням низькооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізотерм сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	10,0—15,0	0,0—2,0	15,0—25,0	2,0—120,0	120,0—25,0
Глюкоза	0,0—0,0	8,0—13,0	0,0—3,0	13,0—30,0	3,0—155,0	155,0—30,0
Фруктоза	0,0—0,0	9,0—17,0	0,0—11,0	17,0—30,0	11,0—125,0	125,0—30,0

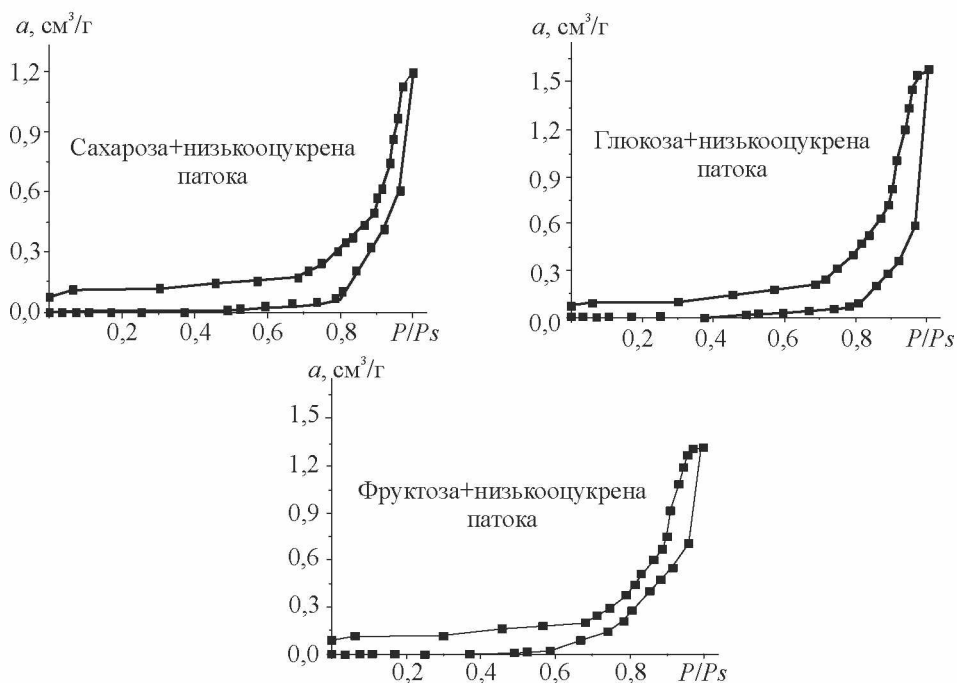


Рис. 1. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням низькооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

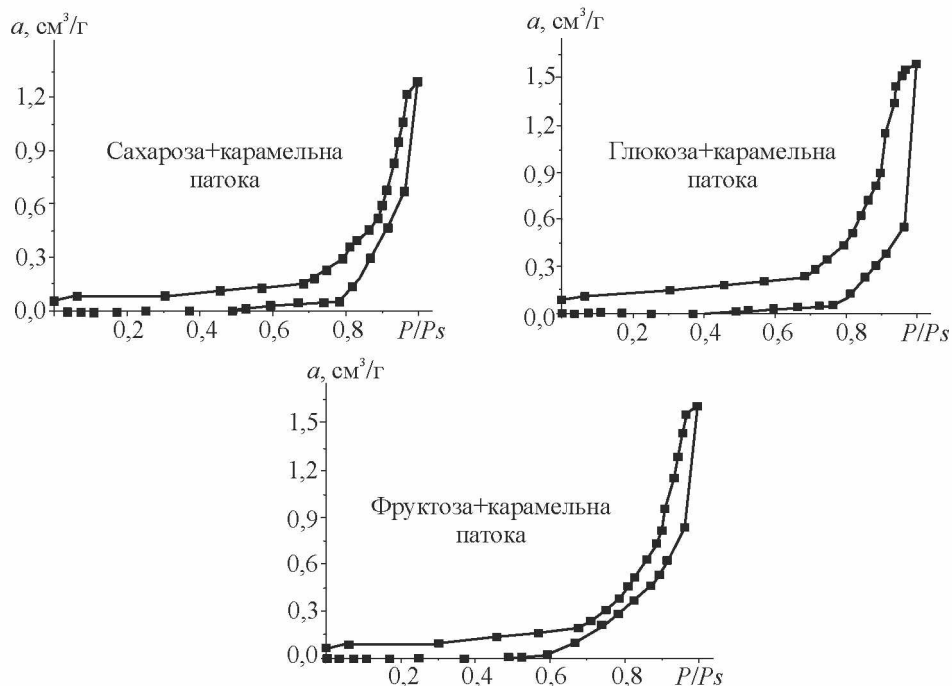


Рис. 2. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням карамельної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

Таблиця 8. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням карамельної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізоTERM сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	8,0—16,0	0,0—3,0	16,0—18,0	3,0—133,0	133,0—18,0
Глюкоза	0,0—0,0	7,5—10,0	0,0—3,0	10,0—13,0	4,0—154,0	154,0—13,0
Фруктоза	0,0—0,0	7,0—8,0	0,0—18,0	8,0—22,0	18,0—165,0	165,0—22,0

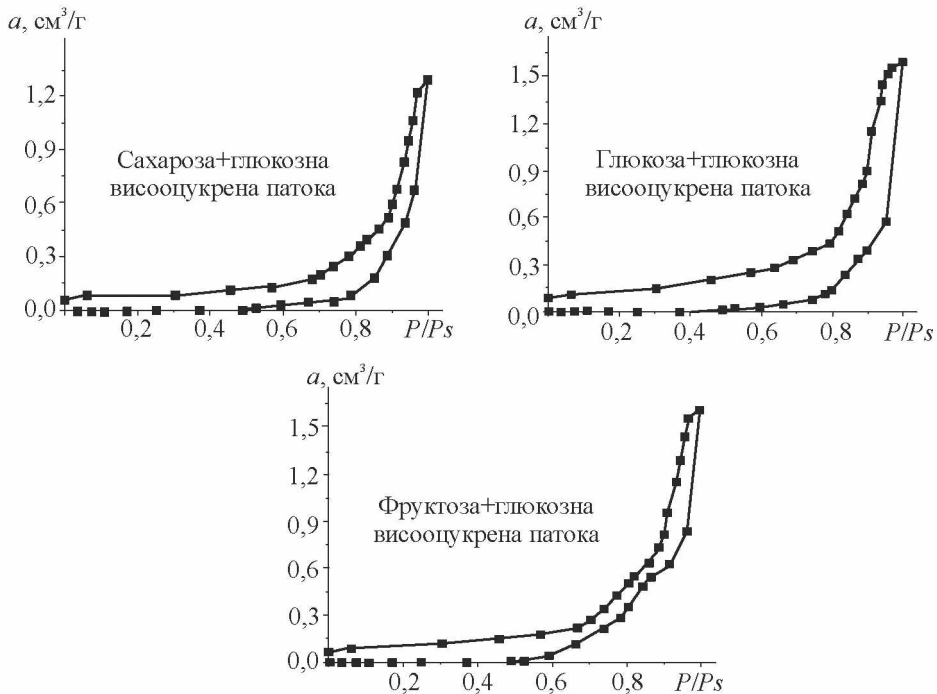


Рис. 3. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням глюкозної висооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

Таблиця 9. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням глюкозної висооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізоTERM сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	8,0—17,0	0,0—4,5	17,0—20,0	5,0—130,0	130,0—20,0
Глюкоза	0,0—0,0	8,0—10,0	0,0—5,0	10,0—13,0	4,5—155,0	155,0—13,0
Фруктоза	0,0—0,0	8,0—8,5	0,0—20,0	9,0—25,0	20,0—163,0	163,0—25,0

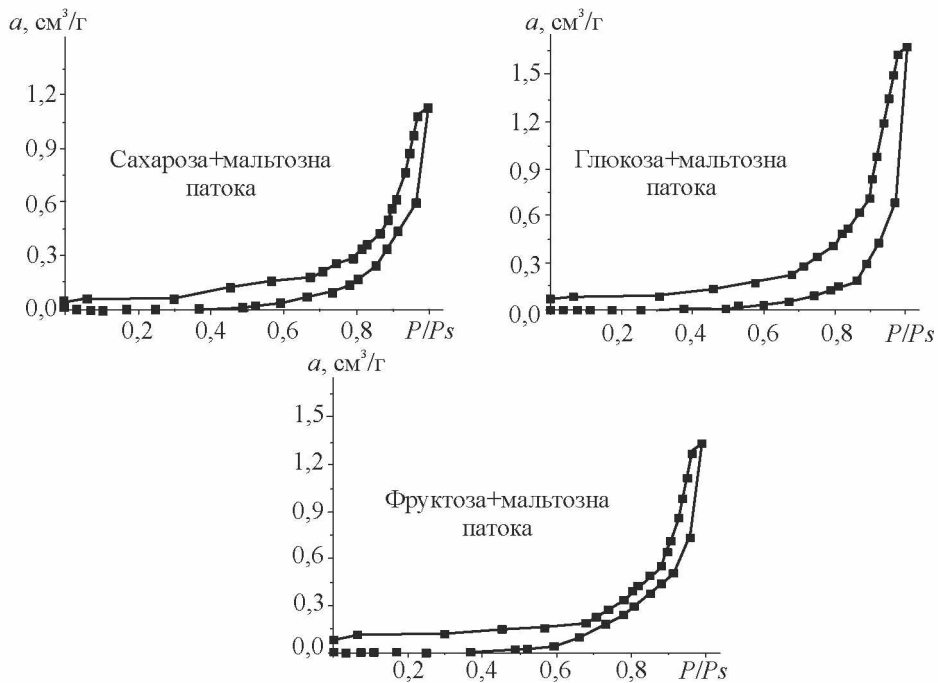


Рис. 4. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням мальтозної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

Таблиця 10. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням мальтозної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізоTERM сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	5,0—5,0	0,0—7,0	5,0—28,0	5,0—118,0	118,0—28,0
Глюкоза	0,0—0,0	5,0—8,0	0,0—8,0	8,0—14,0	8,0—165,0	165,0—14,0
Фруктоза	0,0—0,0	9,0—10,0	0,0—22,0	10,0—23,0	22,0—140,0	140,0—23,0

Аналіз отриманих даних показав, що рівноважна вологість карамелі при $a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$), виготовленої на сахарозі та низькооцукреній і карамельній патоці, відповідає вологості готової карамелі згідно з рецептурою, яка дорівнює $2 \pm 1\%$.

При використанні глюкозної високооцукреної і мальтозної патоки рівноважна вологість карамелі на сахарозі при $a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$) не відповідає вологості карамельної маси згідно з традиційною рецептурою. І це вразує на те, що при необхідності використання глюкозної високооцукреної та мальтозної патоки при виробництві карамелі потрібно розробляти нові рецептури.

Дослідження сорбційних властивостей карамелі, виготовленої на глюкозі і різних видах патоки, показали, що вони практично відповідають сорбційним

властивостям карамелі, виготовленої на сахарозі. Карамель на глюкозі з використанням низькооцукреної і карамельної патоки має рівноважну вологість при $a_w = 0,75$ ($\phi = 75\%$) приблизно 3%, тобто відповідає вологості традиційної карамельної маси. Сорбційні властивості карамельної маси на глюкозі з використанням глюкозної високооцукреної і мальтозної патоки аналогічні властивостям карамельної маси на сахарозі. Проведені дослідження вказують на те, що карамель, виготовлена на глюкозі, має практично однакову гігроскопічність, що й карамель на сахарозі.

Приготування карамельної маси на фруктозі з використанням різних видів патоки показує її високу гігроскопічність. Так, при виготовленні карамельної маси на фруктозі з використанням низькооцукреної патоки рівноважна вологість при $a_w = 0,75$ ($\phi = 75\%$) становить 11,%, карамельної патоки — 18,0%, глюкозної високооцукреної — 20,0%, мальтозної — 22,0%. Це вказує на те, що така карамель матиме досить високу гігроскопічність і за необхідності використання фруктози карамель після формування й охолодження необхідно відразу поштучно загортати у вологонепроникну тару, а потім фасувати у пакети з вологонепроникної тари по 100 або 200 г.

Висновки

Проведений нами комплекс досліджень з визначення впливу сахарози, глюкози та фруктози, а також різних видів крохмальної патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної та мальтозної) на якість карамельної маси і готової карамелі підтвердив можливість використання різних видів крохмальної патоки при виробництві карамелі на сахарозі. Однак визначено незначні відмінності у тривалості уварювання карамельної маси. Так, тривалість уварювання карамельної маси на сахарозі і мальтозній патоці скорочується на 5% порівняно з карамельною масою на сахарозі і низькооцукреної патоці. Розтікання карамельної маси, виготовленої на сахарозі і мальтозній патоці, на 4% збільшується порівняно з масою, виготовленою на низькооцукреної патоці.

При визначенні сорбційних властивостей встановлено, що рівноважна вологість карамельної маси на сахарозі та низькооцукреної і карамельній патоці відповідає вимогам, зазначеним у держаному стандарті, а при використанні глюкозної високооцукреної та мальтозної патоки рівноважна вологість буде вищою за вологість традиційної карамельної маси. Це потребує її пакування у вологонепроникну тару.

Вперше було визначено можливість використання глюкози у виробництві карамелі і встановлено, що карамельна маса і готова карамель за своїми властивостями аналогічна, за винятком вмісту редуруючих речовин, карамелі на сахарозі. Виробництво карамелі на глюкозі потребує введення змін у ДСТУ 3893-99 «Карамель. Загальні технічні умови» стосовно вмісту редуруючих речовин.

Досліди показали, що карамель на фруктозі з використанням різних видів патоки дуже гігроскопічна і потребує особливої уваги при пакуванні з урахуванням її властивостей. Також у разі виробництва карамелі на фруктозі, як і

при виробництві карамелі на глюкозі, необхідно вносити зміни в нормативну документацію стосовно масової частки редукуючих речовин.

Література

1. ДСТУ 3893-99. Карамель. Загальні технічні умови. — Вид. офіц. — Київ : Держспоживстандарт України, 2001. — 14 с.
2. Магомедов Г.О. Технология карамели: учеб. пособ. / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, И.В. Плутникова, А.Ф. Брехов. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2008. — 216 с.
3. Sinnott L.M. Carbohydrate Chemistry and Biochemistry. Structure and Mechanism / M.L. Sinnott. — Cambridge : RSC Publishing, 2007. — 705 p.
4. Полумбрик М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М.О. Полумбрик. — Київ : Академперіодика, 2011. — 487 с.
5. ДСТУ 4498:2005. Патока крохмальна. Загальні технічні умови. — Вид. офіц.. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 25 с.