

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ФРУКТОЗИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ТИПУ «СУФЛЕ» ДЛЯ БІСКВІТНИХ ТОРТІВ ТА ТІСТЕЧОК

Дорохович А.М., д-р техн. наук., професор, Мурзін А.В., аспірант, Парашина Н.А., студентка,
Рубан І.В., студентка
Національний університет харчових технологій, м. Київ

В даній роботі встановлено можливість раціонального використання фруктози при виробництві оздоблювальних напівфабрикатів піноподібної структури для тортів і тістечок. Визначено вплив фруктози на технологічні властивості напівфабрикату типу «суфле». Дослідження показали, що сироп на фруктозі потребує тривалішого процесу уварювання, тобто більших теплових затрат. Встановлено, що фруктоза запобігає процесу усадки напівфабрикатів піноподібної структури. Досліджено мікробіологічні показники і виявлено можливість збільшення терміну зберігання виробів.

In this paper the possibilities of rational use of fructose in the production of semi-finished pinopodibnyyi structure for cakes and pastries. The influence of fructose on the technological properties of semi-finished products such as "souffle." Studies have shown that fructose syrup by boiling requires a longer process, more heat costs. Found that fructose prevents shrinkage process semi spumy structure. Microbiological parameters investigated and found the possibility of increasing the shelf life of products.

Ключові слова: цукор, фруктоза, торт, тістечко, піноподібний напівфабрикат, цукровий діабет.

Серед широкого асортименту кондитерських виробів торти та тістечка користуються підвищеним попитом у всіх верств населення, особливо у дітей.

Торти та тістечка – складні багатокомпонентні біохімічні системи, які складаються з різних випечених і оздоблювальних напівфабрикатів, кожен з яких характеризується власними показниками якості [1].

У торгово мережу торти і тістечка надходять ефектно декоровані, зі смачними прошарками. Для того, щоб довести випечений напівфабрикат до повної готовності необхідно зробити прошарок тортових заготовок або начинку тістечок і провести оформлення верхньої поверхні. Це поліпшить і урізноманітнить смак і аромат тортів і тістечок, додасть їм привабливого зовнішнього вигляду [2].

Торт (від італ. Torta, від ісп. tortilla – корж) – європейський святковий десерт. Торт є традиційною святковою стравою на весіллях та днях народження. Якщо озирнутися на кілька століть назад, то в Росії такого поняття, як торт не існувало. Здавна на Русі пекли весільний коровай. Звичайно, він не був повноправним тортом, але при цьому був найсвятковішим і найпривабливішим пирогом [3]. Традиція весільного короваю збереглася і до сьогодні. Торти в Росію прийшли із Європи [4].

Торт з'явився раніше тістечка. Історія походження тортів, почалася приблизно 2000 років тому. Лінгвісти вважають, що саме слово торт у перекладі з італійської означає "щось вигадливе і хитромудре", і пов'язують його з багатогранним оздобленням.

Є кілька цікавих версій «винайдення» торта. За однією з них, походження перших тортів пов'язано з Італією. Відоме французьке прислів'я «про смаки не сперечаються» по-італійськи звучить – «про торти не сперечаються». Цікаво, що кондитер в Італії називається торта йо – готувальник тортів. За іншою версією традиції приготування солодощів зародилися на Сході: Сонцеподібний Пепіонх (фараон, що жив в Єгипті в 2200 році до нашої ери), напевно, вважався великим ласунчиком, тому що в його гробниці виявили щось, що колись подавалося до столу як десерт.

Як б не була думка про походження перших тортів, не можна не погодитися з тим твердженням, що законодавцем моди у світі десерту є Франція. Саме там, у маленьких кав'ярнях і кафе, з'явившись одного разу, торт, завоював весь світ. Саме французькі кулінари і кондитери протягом багатьох століть диктували тенденції в сервіруванні та оздобленні цього солодкого шедевра.

На сьогоднішній день саме торти є одним із основних десертів, що подаються до столу практично в будь-якій країні світу [5]. Отже, не доводиться дивуватися з того, що багато кондитерських фабрик України роблять свою ставку на цей сегмент ринку кондитерських виробів.

Зараз велика кількість молоді, особливо школярі, за сніданком споживають тістечка з чаєм, молоком, фруктовими соками. Однак існує населення, в тому числі діти, хворі на цукровий діабет, яким звичайні торти та тістечка на цукрі споживати не можна. У країнах Європи кількість хворих на цукровий діабет складає ~ 8 %. В Україні згідно з даними Міністерства охорони здоров'я кількість хворих складає 1млн. 200 тис., тобто 2,6 %. Однак самі медики стверджують, що практично кількість хворих на цукровий діабет

бет більша в 3-4 рази, тому що статистичні дані МОЗ України вказують на кількість хворих, які поставлені на диспансерний облік.

Наведені дані свідчать про необхідність розроблення тортів та тістечок, які можна споживати всім групам населення, в тому числі хворим на цукровий діабет. Аналіз ринку України показує, що найбільшим попитом у населення користуються торт та тістечка з оздоблювальним напівфабрикатом піноподібної структури типу «суфле». Зараз в Україні при виробництві кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет використовується моносахарид фруктоза. Фруктоза має характерні властивості, які суттєво відрізняються від властивостей дисахариду сахарози. Ступінь солодкості фруктози дорівнює 1,5-1,7 од. відносно солодкості сахарози, температура плавлення 103-104 °С, у сахарози – 180 °С, розчинність фруктози на 14 % більша, ніж сахарози. Фруктоза має високу гігроскопічність, вона починає поглинати вологу з навколишнього середовища вже при $\phi = 40-45\%$. В'язкість розчину фруктози нижча за в'язкість розчину сахарози [6]. Фруктоза, на відміну від сахарози, має редукувальні властивості, вона з аміногрупами утворює меланоїдини.

На відміну від сахарози, фруктоза абсорбується з травного тракту людини тільки шляхом пасивної дифузії. Цей процес займає порівняно довгий час. Метаболізм фруктози відбувається швидко і протікає, в основному, в печінці, але також і у стінках кишківника, і в нирках, зважаючи на особливий ланцюг фруктозо-1-фосфата, яка не регулюється інсуліном [7].

Кондитерські вироби на фруктозі доцільно споживати не тільки хворим на цукровий діабет, а й здоровим людям, тому що засвоєння фруктози не потребує гормону інсуліну, що не перевантажує роботу підшлункової залози.

Наведені технологічні властивості фруктози вказують, що вона буде впливати на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, сорбційно-десорбційні властивості оздоблювального напівфабрикату піноподібної структури типу «суфле» і тому розроблення технології оздоблювального напівфабрикату на основі фруктози потребує проведення комплексу досліджень.

За базовий зразок була взята така рецептура оздоблювального напівфабрикату: цукор білий кристалічний – 100 г, патока крохмальна – 50 г, білок яєчний (сухий) – 9,0 г, агар-агар – 1,43 г, кислота лимонна – 0,13г.

Проведені дослідження показали, що при заміні цукру на фруктозу не утворюється необхідна структура напівфабрикату типу «суфле». У зразків на фруктозі не відбувалася фіксація структури. Для забезпечення необхідної структури були проведені дослідження зі збільшенням вмісту сухих речовин у фруктозо-агаро-патоковому сиропі з 78 % до 80 %, 82 % та 84 %, але це не дало бажаного результату. При збільшенні вмісту сухих речовин у сиропі консистенція суфле ущільнюється, але структура не фіксується, такий оздоблювальний напівфабрикат не можна використовувати.

Наступним етапом досліджень стало виробництво зразків на фруктозі зі збільшеним дозуванням агару. Були виготовлені зразки із збільшеним дозуванням агару на 10, 20 та 30 %. Структуру оздоблювального напівфабрикату досліджували на пенетрометрі АП-4/2, Результати досліджень наведені на рис. 1.

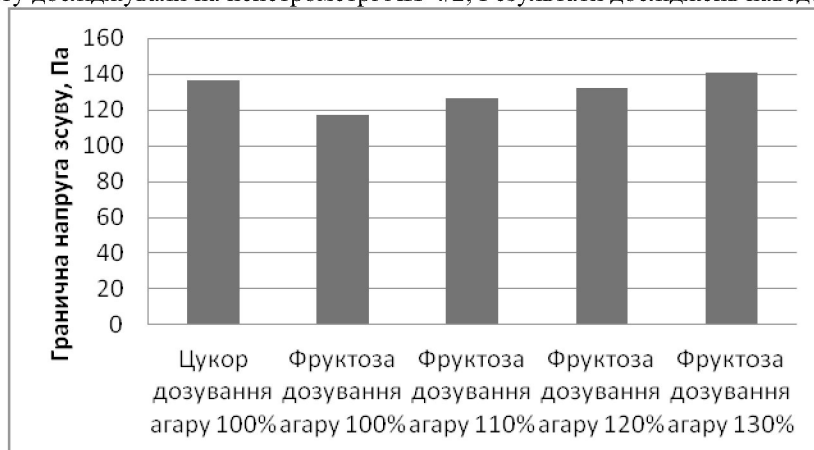


Рис. 1 – Залежність граничної напруги зсуву піноподібної маси від дозування агару

Результати досліджень показали, що раціональне дозування агару для забезпечення необхідної структури, подібної до структури на цукрі, повинно бути збільшене на 30 %.

Виробничий досвід показує, що виготовлений оздоблювальний піноподібний напівфабрикат потребує вистоювання для покращення (зміцнення) структури. Тому було проведено спеціальні дослідження із визначення змін структури оздоблювального напівфабрикату під час вистоювання. Для визначення зміни

структури був використаний портативний голковий гравітаційний пенетрометр, конструкція якого і методика визначення напруги опору були розроблені В.С. Гуцем, О.І. Сидорченко, О. Романенко [8]. Результати проведених досліджень наведені на рис. 2.

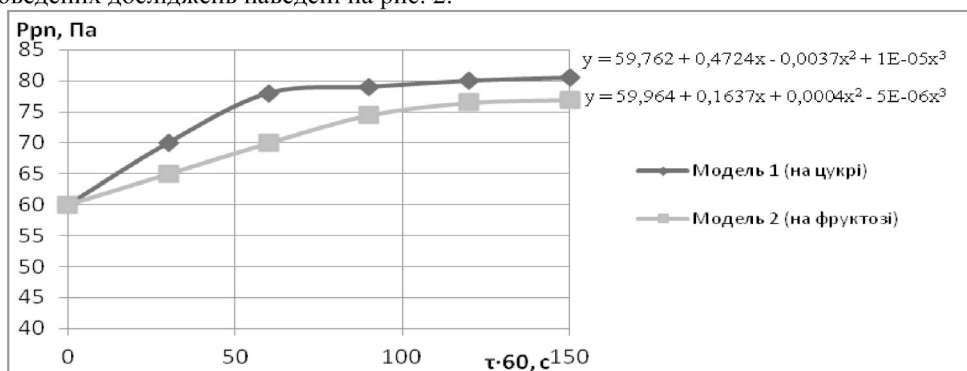


Рис. 2 – Зміна міцності структури напівфабрикату типу «суфле» на цукрі та на фруктозі у процесі вистоювання

Аналіз кривих зміни міцності структури досліджуваних зразків показує, що з початку досліджень сила тертя, яку визначали в Паскалях, у зразків на цукрі та на фруктозі була однаковою. У процесі вистоювання сила тертя збільшується, однак у зразку на фруктозі значно менше, ніж у зразку на цукрі. Так, за 50 хв. вистоювання у зразків на цукрі сила тертя збільшилася на 25 % і дорівнювала 75 Па, а в зразків на фруктозі сила тертя збільшилася на 12 % і дорівнювала 68 Па. Встановлено, що час вистоювання оздоблювальних напівфабрикатів на цукрі складає 90 хв. При подальшому вистоюванні міцність структури напівфабрикату практично не збільшується. Тривалість вистоювання напівфабрикату на фруктозі складає ~ 120 хв. (після 120 хв. міцність теж практично не збільшується і дорівнює 77 Па, на цукрі 80 Па). Однак, міцність структури оздоблювального напівфабрикату 77 Па забезпечує добру фіксацію з випеченим бісквітним напівфабрикатом.

У рецептурі піноподібного напівфабрикату на фруктозі передбачено збільшення дозування агару на 30 %. Цікаво визначити, як зміна рецептури вплине на форми зв'язку вологи напівфабрикатів, виготовлених на фруктозі і на цукрі. На дериватографі Q-1500 були проведені дослідження зразків піноподібного напівфабрикату на цукрі і фруктозі (рис. 3).

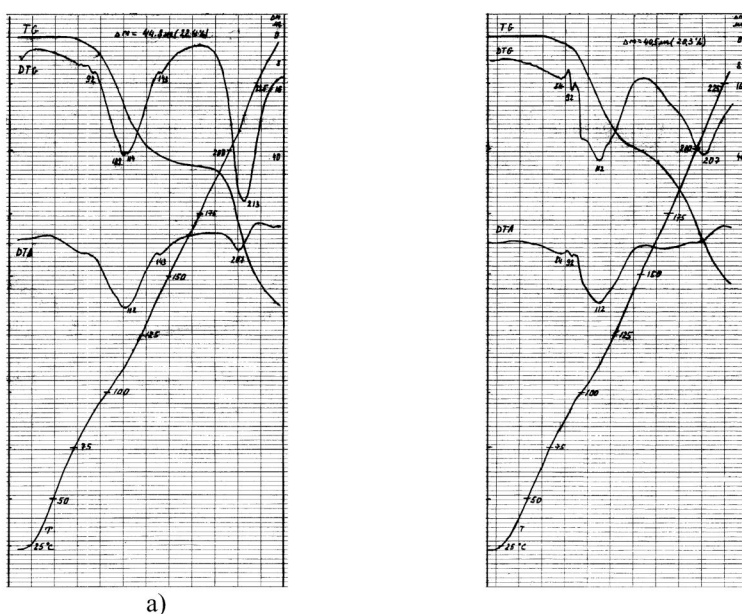


Рис. 3 – Дериватограми прогрівання піноподібних мас на: а) – цукрі білому; б) – фруктозі

Для визначення кількості загальної, вільної та зв'язаної вологи були зроблені такі припущення. Кількість загальної маси визначали як кількість маси, що була відділена при прогріванні зразків до температури 196 °С, тому що при прогріванні більше 196 °С відбувається деструкція хімічного складу зразків.

Вологу, яка відділяється при прогріванні зразків до температури 112 °С, ми пропонуємо розглядати як вільну вологу, а після 112 °С – як зв’язану.

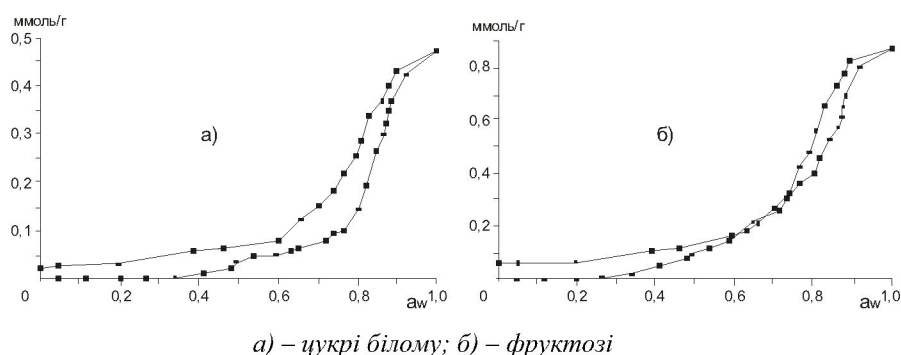
Результати аналізу дериваторам щодо кількості вільної та зв’язаної води наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Кількість вільної та зв’язаної води за аналізом кривих TG = f (t)

Показники	Піноподібна маса виготовлена на основі:	
	цукру	фруктози
Загальна кількість видаленої води, %	22	22
Вільна вода від загальної кількості, %	68,2	54,5
Зв’язана вода від загальної кількості, %	31,8	45,5

Аналіз отриманих даних показав, що у піноподібній масі на цукрі кількість зв’язаної води складає 31,8 %, на фруктозі – 45,5 %. Це пояснюється збільшенням дозуванням агару у зразку на основі фруктози. Вміст вільної води зразка на цукрі на 13,7 % більший, ніж у піноподібній масі на фруктозі. Це вказує на те, що при уварюванні сиропу на фруктозі до вологості 22 %, порівняно зі зразком на цукрі до тієї ж води, тривалість процесу буде збільшуватись, що вимагає більших витрат тепла.

Для визначення впливу фруктози на сорбційні процеси, які відбуваються при зберіганні оздоблювального напівфабрикату (якщо це буде потрібно) і під час взаємодії з випеченим бісквітним напівфабрикатом, були проведені на установці Мак-Бена спеціальні дослідження (рис. 4).



а) – цукрі білому; б) – фруктозі

Рис. 4 – Ізотерми сорбції та десорбції піноподібних напівфабрикатів

При аналізі отриманих результатів ізотерми сорбції були умовно поділені на три зони: I – зона мономолекулярної адсорбції ($a_w = 0-0,25$), II – зона полімолекулярної адсорбції ($a_w = 0,26-0,75$), III – зона капілярної адсорбції ($a_w = 0,76-1,0$) (табл. 2).

Таблиця 2 – Вміст води по зонах ізотерм сорбції

Піноподібний напівфабрикат 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 ($a_w = 0,76-1,0$)
цукру білого	0,00-0,00	0,00-0,10	0,10-0,47
фруктози	0,00-0,01	0,01-0,36	0,36-0,87

Аналіз ізотерм сорбції показує, що в зоні мономолекулярної адсорбції оздоблювальний напівфабрикат на фруктозі проявляє сорбційні властивості. Так, при $a_w = 0,25$ вміст рівноважної води складає 0,01 см³/г, оздоблювальний напівфабрикат на цукрі-піску в зоні мономолекулярної адсорбції воду не поглинає. У зоні полімолекулярної адсорбції при $a_w = 0,70$ і $0,75$ у зразках оздоблювальних напівфабрикатів на фруктозі рівноважна вологість дорівнює 0,25 см³/г та 0,36 см³/г. У зразків на цукрі рівноважна вологість відповідно дорівнює 0,8 см³/г та 0,10 см³/г.

Вологість піноподібного оздоблювального напівфабрикату на фруктозі і цукрі-піску однакова – 22 %. Аналіз отриманих даних свідчить, що при зберіганні піноподібного напівфабрикату, виготовленого на цукрі буде спостерігатися виділення води до рівноважного стану, при $a_w = 0,70$ з 22 % до 8 %, а при $a_w = 0,75$ з 22 % до 10 %, тобто буде відбуватись усихання (черствіння) напівфабрикату. При використанні фруктози при зберіганні напівфабрикату буде навпаки відбуватись поглинання води, при $a_w = 0,70$ незначне поглинання з 22 % до 25 %, а при $a_w = 0,75$ від 22 % до 36 %.

Ми пропонуємо використовувати оздоблювальний піноподібний напівфабрикат при виробництві бісквітних тортів. Вологість випеченого бісквітного напівфабрикату дорівнює 25 %. Кожна система прагне досягнути рівноважного стану. Тому при зберіганні бісквітних тортів із оздоблювальним піноподібним

напівфабрикатом на цукрі напівфабрикат буде віддавати вологу бісквітному напівфабрикату, при використанні фруктози, навпаки оздоблювальний напівфабрикат буде прагнути зібрати вологу із бісквітного напівфабрикату. При $a_w = 0,70$ переміщення вологи практично не буде, а при $a_w = 0,75$ (рівноважна волога дорівнює 36 %) буде спостерігатись сорбція вологи з бісквітного напівфабрикату. Тому потрібно розробити рецептуру бісквітного напівфабрикату, в якому більша частка вологи буде знаходитися у зв'язаному стані.

Запропонований піноподібний напівфабрикат типу «суфле» має достатньо високу вологість. Вологість 22 % відповідає рівноважному стану напівфабрикату на цукрі при $a_w = 0,80$, на фруктоза при $a_w = 0,70$. Це вказує на те, що існують сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів. Нами проведено комплекс досліджень із визначення мікробіологічних показників: КМАФАнМ (КУО/г), СУБ (КУО/г), наявність БГКП у 0,01 г, наявність *S. aureus* у 0,01 г, наявність дріжджів і пліснявих грибів (КУО/г) протягом 3, 6, 9, 13 діб зберігання. Згідно з ДСТУ 4803:2007 термін зберігання тортів і тістечок із оздоблювальними піноподібними напівфабрикатами складає 6 діб. Результати проведених досліджень наведені в табл. 3. Вироби зберігали при $t = 6-8\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 75\%$.

Таблиця 3 – Мікробіологічні показники напівфабрикату типу «суфле» при зберіганні 13 діб

Мікробіологічні показники	Норма	При зберіганні	
		0 діб	13 діб
КМАФАнМ, КУО/г	на цукрі: $1 \cdot 10^4$	$0,6 \cdot 10^2$	<10
	на фруктозі: $5 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^2$	$0,25 \cdot 10^2$
СУБ, КУО/г	Не нормується	на цукрі: $2,5 \cdot 10^2$	<10
		на фруктозі: $0,2 \cdot 10^3$	<10
Наявність БГКП у 0,01 г	–	Не виявлено	Не виявлено
Наявність <i>S. aureus</i> у 0,01 г	–	Не виявлено	Не виявлено
Наявність дріжджів і пліснявих грибів, КУО/г	на цукрі: 50/100	<10	<10
	на фруктозі: 50/50	<10	<10

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що термін зберігання бісквітних тортів та тістечок з оздоблювальними напівфабрикатами типу «суфле» можна збільшити. Для встановлення терміну зберігання доцільно продовжити дослідження до 30 діб. Крім того, потрібно дослідити зміни мікробіологічних показників у дотичному шарі бісквітно-оздоблювального напівфабрикату. Доцільно провести дослідження не тільки при температурах зберігання, вказаних в ДСТУ, а й при більш високих температурах. Дослідження в цьому напрямку авторами будуть продовжені.

Висновки

— Проведений аналітичний огляд літератури показав, що останнім часом цукровий діабет є найрозповсюдженішим ендокринним захворюванням у світі. Торти і тістечка, оздоблені напівфабрикатами піноподібної структури, для хворих на цукровий діабет в Україні не виробляються.

— Нами не було знайдено інформації, яка би вказувала на виробництво тортів і тістечок із напівфабрикатом типу «суфле» для хворих на цукровий діабет за кордоном.

— Встановлено, що оздоблювальний піноподібний напівфабрикат, як на цукрі, так і на фруктозі, для покращення, зміцнення структури потребує вистоювання: на цукрі – 90 хв., на фруктозі – 120 хв.

— Встановлено, що фруктозо-агарово-патоковий сироп має більшу кількість зв'язаної вологи відносно цукрово-агаро-патокового сиропу, тобто потребує збільшення тривалості уварювання, а відтак більших теплових затрат;

— Встановлено, що рівноважна вологість оздоблювального напівфабрикату на фруктозі значно більша ніж на цукрі, наближається до вологості готового піноподібного напівфабрикату, що запобігає процесу усихання (черствіння).

— Проведені мікробіологічні дослідження свідчать про можливість збільшення терміну зберігання;

— Робота має значний соціальний ефект тому, що з'явилась можливість споживати улюблені види тортів і тістечок хворим на цукровий діабет.

Література

1. Аксёнова Л., Кондратьев Н. Исследование качества тортов и пирожных при хранении // Хлебопродукты. 2009. – № 8. – С. 46-48.
2. Пресс-служба редакции. Как изготовить суфле и кремы // Хлебопродукты. 2002. – № 2. – С. 30-32.
3. Пресс-служба редакции. Несколько фактов о тортах // Хлебопекарское и кондитерское дело. 2008. – № 3. – С. 8-9.

4. Ильина О.А. Торты в традиции питания, или как вернуть вкус современным тортам // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2011. – № 12. – С. 6-11.
5. Пресс-служба редакции. В любой стране мира основной десерт к столу – это торт // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2011. – № 3. – С. 52.
6. Дорохович В.В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози: Дис.канд.техн.наук: 05.18.16. – К., 2000. – 215 с.
7. Дорохович В.В. Фруктоза имеет наибольшую сладость среди заменителей сахара // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2011. – № 1. – С. 38-39.
8. Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. математико-статистичні методи досліджень: Курс лекцій для магістрантів. – К.: НУХТ, 2008. – 106 с.