

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

МІСЕЧКО НАТАЛІЯ ОРЕСТІВНА

УДК 664.641.4

**ВИКОРИСТАННЯ ФРУКТОЗИ І ЛАКТУЛОЗИ
В ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ**

Спеціальність 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів,
кондитерських виробів та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
член-кореспондент НААН України
Дробот Віра Іванівна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології хлібопекарських і
кондитерських виробів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Шаніна Ольга Миколаївна,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. П. Василенка,
завідувач кафедри технологій переробних
і харчових виробництв,

кандидат технічних наук, доцент
Солоницька Ірина Валеріївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
доцент кафедри технології хліба, кондитерських,
макаронних виробів і харчоконцентратів

Захист відбудеться « 24 » червня 2014 р. о 10:30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601.

Автореферат розіслано « 23 » травня 2014 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Ю.В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Несприятливі екологічні умови, деформований режим харчування сприяють поширенню низки небезпечних захворювань таких як серцево-судинні, злоякісні новоутворення, цукровий діабет, ожиріння та інші. На цей час цукровий діабет є найбільш поширеним ендокринним захворюванням у всьому світі. За даними ВООЗ на цукровий діабет хворіє 6,5 % населення планети, причому кількість хворих подвоюється кожні 10–15 років. Надлишкову масу мають понад 1 млрд людей, з яких 300 млн – хворі на ожиріння.

В Україні на цукровий діабет хворіє близько 3,0 млн осіб, проте істинна кількість хворих значно перевищує кількість зареєстрованих. Тому розроблення та виробництво продуктів профілактичного та діабетичного призначення має стати стратегічним напрямком, що забезпечує здоров'я нації.

В Україні хліб є одним з основних продуктів харчування, що покриває більше 30 % потреби організму в калоріях. Проте хлібобулочні вироби з пшеничного борошна мають високий глікемічний індекс, що зумовлює обмеження їх вживання хворими на цукровий діабет та ожиріння.

Асортимент хлібобулочних виробів діабетичного призначення та зі зниженою калорійністю в нашій країні дуже обмежений.

Вагомий внесок у розвиток наукових і практичних основ технології продукції лікувального та профілактичного призначення зробили Л.Я. Ауерман, Р.Д. Поландова, А.М. Дорохович, В.І. Дробот, Л.І. Карнаушенко, В.Ф. Доценко, К.Г. Іоргачева, Л.П. Пашенко, Л.Ю. Арсеньєва.

Визнано, що перспективним напрямом зниження цукрового навантаження на організм і зменшення калорійності виробів є використання у їх виробництві цукрозамінників або підсолоджувачів, зниження глікемічності внесенням до їх складу сировини, багатой на харчові волокна та білки, а також збагачення цих виробів ненасиченими жирними кислотами, макро- і мікроелементами, вітамінами, що сприятиме профілактиці та лікуванню захворювань немедикаментозними методами.

В Україні для заміни цукру в хлібобулочних výroбах використовують сорбітол, але при цьому є потреба покращання якості виробів з ним.

У світовій хлібопекарській промисловості є досвід використання, поряд з цукрозамінниками, моносахариду фруктози та дисахариду лактулози, але механізм їх дії на біохімічні, колоїдні процеси, споживчу цінність виробів у літературних джерелах висвітлено недостатньо.

Мало уваги приділено науковому обґрунтуванню збагачення виробів для хворих на діабет фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

Тому актуальним і своєчасним завданням є наукове обґрунтування та розроблення технології хлібобулочних виробів з використанням фруктози і лактулози та покращання якості виробів з сорбітолом з метою розширення асортименту продукції з низьким глікемічним індексом і виробів збагачених есенціальними речовинами, для хворих на діабет і ожиріння.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконували відповідно до тематики науково-дослідних робіт кафедри технології

хліба і кондитерських виробів НУХТ «Застосування нетрадиційної сировини і добавок з метою покращання хлібопекарських властивостей борошна, інтенсифікації технологічного процесу, надання виробам оздоровчої та профілактичної дії (номер державної реєстрації 01124004633), що координується з тематикою науково-дослідних робіт Національного університету харчової технології «Розроблення технології продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

Автором особисто взято участь в експериментальних дослідженнях, проведено узагальнення та теоретичне обґрунтування результатів досліджень, підготовлено матеріали до публікації, розроблено нормативну документацію.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування та розроблення технології хлібобулочних виробів із використанням фруктози, лактулози та сорбітолу, збагачення їх функціональними інгредієнтами пшеничних висівків, сухої пшеничної клейковини, соєвої олії та йодованої солі.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі взаємопов'язані завдання:

- теоретично обґрунтувати ефективність використання фруктози, лактулози, сорбітолу та їх композицій у виробництві хлібобулочних виробів зниженої глікемічності;
- встановити вплив фруктози, лактулози, сорбітолу та їх композицій на перебіг технологічного процесу та якість виробів;
- оптимізувати склад композицій, що забезпечують достатню якість продукції;
- встановити доцільні способи приготування тіста за умови використання замінників цукру.
- визначити вплив фруктози, лактулози, сорбітолу та їх композицій на перебіг мікробіологічних і біохімічних процесів у тісті;
- дослідити вплив фруктози, лактулози, сорбітолу та їх композицій на структурно-механічні властивості тіста;
- визначити вплив фруктози, лактулози, сорбітолу та їх композицій на споживчу цінність виробів;
- з метою збагачення виробів для хворих на цукровий діабет фізіологічно-функціональними інгредієнтами науково обґрунтувати вибір сировини, що містить такі інгредієнти та оптимізувати їх дозування;
- встановити харчову та фізіологічно-функціональну цінність виробів, збагачених сировиною, що містить фізіологічно-функціональні інгредієнти;
- на основі проведених досліджень розробити технологію хлібобулочних виробів з фруктозою, лактулозою, сорбітолом та їх композиціями;
- розробити та затвердити нормативну документацію на нові види хлібобулочних виробів з фруктозою, лактулозою, композиціями фруктози і лактулози, фруктози і сорбітолу та провести їх промислову апробацію;
- оцінити економічну та соціальну ефективність вироблених нових видів виробів.

Об'єкт дослідження – технологія хлібобулочних виробів.

Предмет дослідження – цукор білий кристалічний, лактулоза, фруктоза, сорбітол та їх композиції, пшеничні висівки, суха пшенична клейковина, соєва олія, йодована сіль, напівфабрикати та готові вироби з цією сировиною, а також процеси, що відбуваються під час їх приготування.

Методи досліджень – органолептичні, аналітичні, хімічні, фізико-хімічні, експериментально-статистичні, загальноприйняті та спеціальні, виконані з застосуванням сучасних приладів та інформаційних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень доведено доцільність заміни в технології хлібобулочних виробів цукру білого кристалічного (ЦБК) фруктозою, лактулозою та композиціями фруктози з лактулозою і сорбітолом з метою удосконалення асортименту діабетичних виробів та розширення сировинної бази.

Розкрито сутність перебігу мікробіологічних, біохімічних і колоїдних процесів у тістових напівфабрикатах у разі заміни цукру білого кристалічного досліджуваною сировиною. Встановлено, що фруктоза незначно знижує інтенсивність бродіння тіста і не впливає на активність ферментів. Лактулоза і сорбітол пригнічують мікрофлору тіста та активність ферментів борошна, про що свідчить зниження за умови їх присутності інтенсивності бродіння тіста та ферментативного гідролізу крохмалю. Доведено ефективність використання лактулози і сорбітолу в композиції з фруктозою.

Вперше встановлено вплив досліджуваних цукрозамінників на формування структурно-механічних властивостей тіста та його мікроструктури. Встановлено, що фруктоза і лактулоза, на відміну від сорбітолу, внаслідок вищої гідратаційної здатності порівняно з цукром білим кристалічним, зумовлюють зниження в'язкості та покращання еластичності тіста, що в умовах більш низького газотворення позитивно впливає на формування об'єму і пористості виробів.

Вперше доведено, що фруктоза і лактулоза, порівняно з цукром білим кристалічним, подовжують тривалість збереження виробами свіжості внаслідок збільшення частки зв'язаної вологи у м'якушці хліба, а сорбітол знижує її кількість, що підтверджено результатами термогравіметричного аналізу.

Доведено, що заміна частини борошна в рецептурі хлібобулочних виробів з досліджуваною сировиною пшеничними висівками і сухою пшеничною клейковиною, використання соєвої олії та йодованої солі зумовлює зниження глікемічності цих виробів, надання їм фізіологічно-функціональних властивостей за рахунок функціональних інгредієнтів цієї сировини.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та затверджено об'єднанням підприємств хлібопекарської промисловості “Укрхлібпром” рецептури і технологічні інструкції на виробництво хлібобулочних виробів зі зниженою глікемічністю: булочка «Діабетична з фруктозою», булочка «З фруктозою та лактулозою», булочка «З сорбітом і фруктозою» та виробів зі зниженою глікемічністю і підвищеною фізіологічною цінністю: хлібці діабетичні «З фруктозою» та хлібці «З лактулозою».

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі в курсі дисципліни «Інноваційні технології галузі».

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено проведено аналіз літературних джерел з досліджуваних питань. Сплановано та проведено експериментальні дослідження у лабораторних і промислових умовах, оброблено результати досліджень.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формування висновків, підготовка матеріалів до публікації проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф., чл.-кор. НААН України Дробот В.І.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на: 78 – 80-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ (м. Київ, 2012-2014 рр.); всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі» (Харків 2012 р.); VIII - IX Міжнародних наукових конференціях студентів і аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (м. Могильов, 2012-2013 рр.); Ювілейній X науково-практичній конференції з міжнародною участю «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты» (м. Москва, 2012 р.); Республіканській конференції молодих вчених «Наука. Образование. Молодежь.» (м. Алмати, 2013 р.); The Second North and East European Congress on Food (НУХТ, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Товарознавство та ринок споживчих товарів: реалії та перспективи» (м. Донецьк, 2013 р.).

Результати досліджень апробовані, підтверджені та впроваджені у виробничих умовах пекарні ТзОВ «Горінь і Т» і пекарні ТзОВ «Хліб-Трейд» (м. Львів), ПАТ «Чернігівський хлібозавод».

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 21 друковану працю, з них 4 статті у фахових виданнях, перелік яких затверджений Міністерством освіти і науки України, 3 – у закордонних виданнях, а також 10 тез доповідей на наукових конференціях. Отримано 4 патенти на корисну модель.

Структура дисертації та об'єм роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел (221 найменування) і 11 додатків. Основні матеріали викладені на 147 сторінках друкованого тексту, містять 18 рисунків і 46 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, охарактеризовано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів. Наведено відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі “Вуглеводи, підсолоджувачі та цукрозамінники, їх фізіологічне та технологічне значення” проведено огляд літератури за темою дисертації. Розглянуто значення вуглеводів у харчуванні людини. Зазначено, що надмірне вживання легкозасвоюваних вуглеводів призводить до розвитку серцево-судинних захворювань, цукрового діабету й ожиріння. Аналіз літературних джерел показав, що основним методом лікування та попередження цукрового діабету, поряд з медикаментозним, є дієтотерапія, що базується на зниженні глікемі-

чності продуктів харчування, зменшенням або виключенням з раціону цукру білого кристалічного, використанням сировини з низьким глікемічним індексом.

Охарактеризовано роль цукрів у технології хлібопечення. Проаналізовано наукові праці вітчизняних і закордонних авторів, що стосуються проблеми застосування замінників цукру у хлібопекарській промисловості. На цей час в Україні для заміни ЦБК у хлібобулочних виробках використовують сорбітол і ксилітол. Виходячи з досвіду світової науки і практики, відзначено, що перспективними замінниками цукру є моносахарид фруктоза та дисахарид лактулоза, що має пребіотичні властивості. Разом з цим обґрунтовано необхідність підвищення фізіологічної цінності діабетичних продуктів за рахунок збагачення їх функціональними інгредієнтами. Впровадження у виробництво дієтичних хлібобулочних виробів з використанням фруктози та лактулози, збагачення їх фізіологічно-функціональними інгредієнтами з метою удосконалення асортименту цих виробів та розширення сировинної бази потребує наукового обґрунтування. На основі літературного огляду обрані основні напрями роботи, сформульовані мета та завдання досліджень.

У другому розділі **“Характеристика сировини та методів досліджень”** наведено характеристику сировини, використаної у роботі: пшеничного борошна, фруктози, лактулози, сорбітолу, пшеничних висівок, сухої пшеничної клейковини. Усі види сировини відповідали вимогам чинної нормативної документації.

Робота була виконана у лабораторних і виробничих умовах з використанням загальноприйнятих і спеціальних методів дослідження.

Тісто готували безопарним способом. У лабораторних умовах тісто замішували на тістомісильній машині ЛТ-900.

Структурно-механічні властивості тіста досліджували на фаринографі (“Brabender”, Швеція), альвеографі (“Chopin”, Франція) та ротаційному віскозиметрі Реотест-2. Мікроструктуру тіста досліджували за допомогою електронного скануючого мікроскопа JSM-6060LA фірми «JEOL» (Японія).

Нелеткі органічні кислоти в тісті визначали за методом М.І. Княгінічева і Г.А. Дерновської-Зеленцової. Фракційний склад білків оцінювали за схемою К.Н. Чижової та Т.І. Шкваркиної. Фізіологічний стан дріжджових клітин визначали методом мікроскопування. Кількість дріжджових клітин у напівфабрикатах підраховували за допомогою камери Горяєва, а також визначали накопичення дріжджової маси на середовищі «Рідер».

Структурно-механічні властивості м'якушки виробів досліджували на пенетрометрі АП-4/1. Дослідження форм зв'язку вологи у м'якушці виробів і зміну їх співвідношення у процесі зберігання визначали термогравіметричним методом на дериватографі Q-1000. Аромат виробів оцінювали за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук, визначених за методикою, розробленою Р.Р. Токаревою і В.Л. Кретовичем.

Перетравлюваність білкових речовин хліба визначали *in vitro* за методом О.О. Покровського та І.Д. Єртанова; перетравлюваність вуглеводів виробів – за кількістю редукуючих цукрів, що накопичуються в процесі гідролізу м'якушки *in*

vitro. Розрахунковим методом визначали показники глікемічності готових виробів та їх інтегральний скор.

Кожну серію дослідів виконували у три-, п'ятикратній повторності. Для оброблення експериментальних даних застосовували методи математичної статистики, для математичного описання технологічних процесів – методи експериментально-статистичного моделювання.

У третьому розділі “Дослідження впливу фруктози, лактулози та сорбітолу на технологічний процес та якість хлібобулочних виробів” наведено результати досліджень, які дозволили обґрунтувати ефективність їх використання у рецептурі діабетичних булочних виробів. Встановлено (табл. 1), що заміна ЦБК фруктозою не впливає на кислотність тіста, зумовлює послаблення його консистенції та покращання еластичності. Інтенсивність бродіння зразків тіста з фруктозою незначно знижується та обумовлює подовження тривалості вистоювання тістових заготовок.

Таблиця 1 – Показники технологічного процесу та якості виробів (n=3, p≤0,95)

Показники	Внесено ЦБК та фруктози, % до маси борошна					
	3		6		9	
	ЦБК	фруктоза	ЦБК	фруктоза	ЦБК	фруктоза
	Тісто					
Масова частка вологи, %	42,3	42,5	42	42,2	41,8	42,0
Тривалість бродіння, хв	170					
Кислотність кінцева, град.	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4
pH	5,65	5,68	5,63	5,65	5,60	5,61
Тривалість вистоювання, хв	50	54	46	51	42	48
Газоутворення за час бродіння і вистоювання, см ³ /100 г тіста	1365	1300	1520	1415	1670	1520
Питомий об'єм в кінці бродіння, см ³ /г	2,68	2,75	2,80	3,01	2,93	2,96
	Готові вироби					
Питомий об'єм, см ³ /г	3,18	3,10	3,30	3,22	3,34	3,28
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,41	0,40	0,39	0,40	0,38
Пористість, %	76	75	76	75	77	76
Кислотність, град	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2
Стан поверхні та забарвлення	Гладка, без тріщин і підривів					
	Золотисте			Золотисто-коричневе		
Стан м'якушки	Еластична					
Структура пористості	Середня, рівномірна, тонкостінна					
Аромат	Притаманний булочним виробам					
Смак	У виробах з 6 і 9 % фруктози більш виражена солодкість					

Вироби з фруктозою за об'ємом незначно поступалися виробам з цукром, що, очевидно, пов'язано з покращанням газоутримувальної здатності тіста, та мали інтенсивніше забарвлену скоринку, хороші смакові якості.

Лактулозу дозували у тісто, виходячи із рекомендацій добової норми її вживання, в кількості 1,5; 3 і 6 % до маси борошна. Встановлено, що зі зростанням дозування лактулози інтенсивність бродіння тіста знижується, подовжується тривалість вистоювання тістових заготовок, що свідчить про її пригнічуючу дію на дріжджові клітини. Разом з цим еластичність і газоутримувальна здатність тіста покращуються. Це забезпечує належний об'єм і пористість виробів та свідчить про доцільність використання лактулози як пребіотика у виробництві як діабетичних виробів, так і виробів для масового споживання. Поряд з цим встановлено, що порівняно з виробами з ідентичним вмістом ЦБК, вироби з лактулозою мали нижчі на 4,8...11,1 % питомий об'єм, на 5...8 % формостійкість, солодкий смак слабо виражений.

Для інтенсифікації бродіння тіста та поліпшення смакових властивостей виробів з лактулозою досліджували доцільність використання її у композиції з фруктозою. Разом з цим у композиції необхідно досягти максимально можливого вмісту лактулози як пребіотика, тому методом експериментально-статистичного моделювання визначали залежність питомого об'єму виробів від вмісту в композиції фруктози (X_1), лактулози (X_2) і тривалості бродіння тіста (X_3). В результаті опрацювання експериментальних даних одержали рівняння регресії:

$$Y_1 = 2,912 + 0,073 \cdot X_1 - 0,021 \cdot X_2 - 0,016 \cdot X_3 - 0,024 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,016 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,028 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

Аналіз ізоповерхні відгуку та ізоліній питомого об'єму показав (рис. 1), що хорошу якість виробів з максимально можливим вмістом пребіотика можна отримати за дозування досліджуваних заміників цукру у співвідношенні 1:1, тобто по 3 % до маси борошна за тривалості бродіння тіста 60 хв.

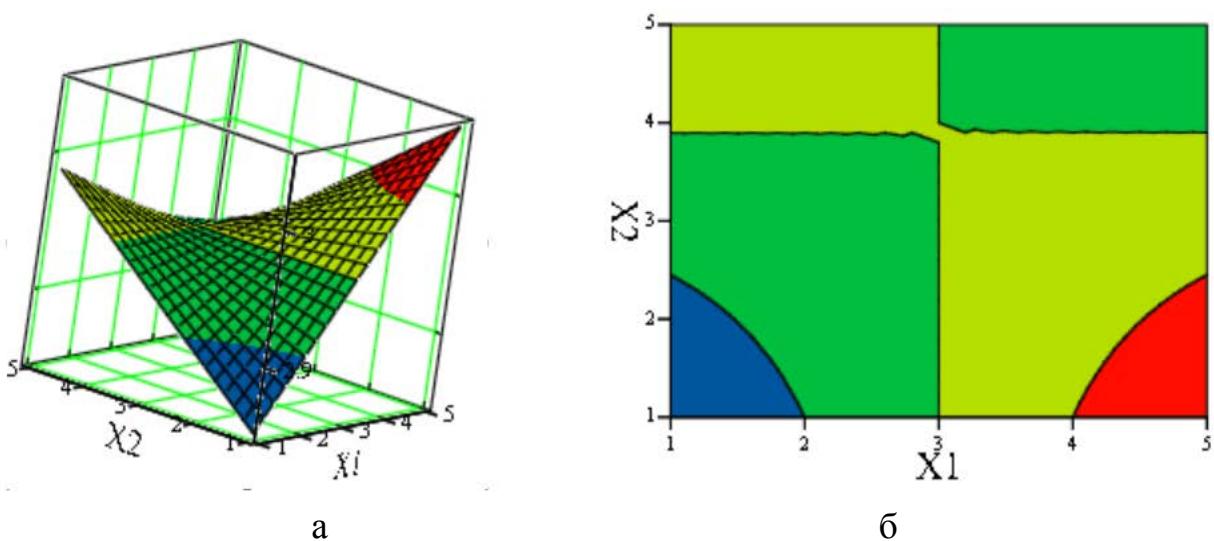


Рисунок 1 – Ізоповерхня відгуку питомого об'єму виробів (а) та ізолінії питомого об'єму виробів (б)

Порівняльна оцінка способів приготування тіста у разі використання композиції фруктози і лактулози показала, що найкращі показники якості виробів отримано за опарного способу приготування. Хорошу якість виробів забезпечують і прискорені способи приготування тіста.

З практики використання сорбітолу для заміни цукру відомо, що якість виробів знижується. Оскільки сорбітол не зброджується дріжджами, досліджували доцільність його використання у композиції з фруктозою. Встановлено, що за використання такої композиції значно інтенсифікується процес бродіння тіста, покращується об'єм виробів, пористість і забарвлення скоринки.

Доцільність використання такої композиції підтверджено даними, одержаними за умови заміни 50 % сорбітолу в діючій рецептурі сайки з сорбітолом фруктозою. Встановлено (табл. 2), що при цьому об'єм сайки збільшився на 23,6 %, покращилася пористість.

Таблиця 2 – Показники якості виробів (n=3, p≤0,95)

Показники	Сайка з сорбітолом	Сайка з сорбітолом і фруктозою
Питомий об'єм, см ³ /г	2,03	2,51
Формостійкість, Н/Д	0,39	0,42
Пористість, %	72	76
Кислотність, град.	1,9	2,0
Стан поверхні	Гладка, слабо забарвлена	Гладка, золотиста
Стан м'якушки	Еластична	
Структура пористості	Крупна, нерівномірна	Середня, рівномірна
Смак і аромат	Відчуття металевого присмаку	Притаманні булочним виробам

У четвертому розділі “**Біохімічні та мікробіологічні процеси в тісті з фруктозою, лактулозою та сорбітолом**” встановлено, що у тісті у разі заміни ЦБК фруктозою, лактулозою, сорбітолом, композиціями фруктози з лактулозою або сорбітолом знижується інтенсивність бродіння: за умови заміни 6 % до маси борошна ЦБК фруктозою – на 7 % внаслідок перебудови ферментного комплексу дріжджової клітини на зброджування фруктози; у тісті з сорбітолом – на 44 %; з лактулозою – на 37 % внаслідок незброджування дріжджами цих харчових добавок.

Газоутворення в тісті з заміниками цукру досягає свого максимуму на 30 хв пізніше, ніж тіста з цукром (рис. 2). Цим пояснюється подовження тривалості вистоювання тістових заготовок. За використання фруктози та її композицій з лактулозою і сорбітолом, як і в тісті з цукром спостерігається один пік інтенсивності газоутворення, що свідчить про достатню кількість цукрів для життєдіяльності дріжджів. Проте цей пік менший ніж у разі зброджування цукру.

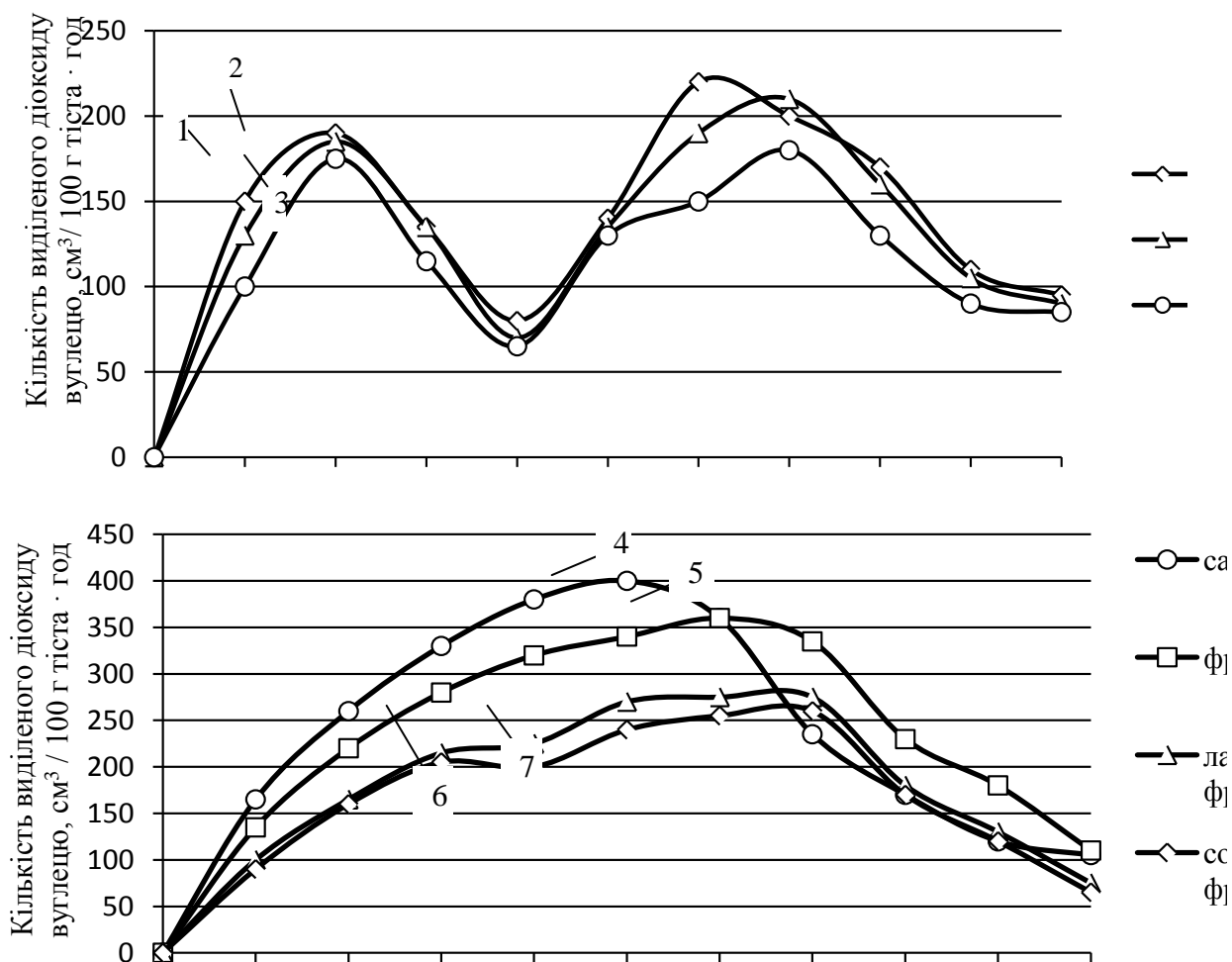


Рисунок 2 – Динаміка виділення діоксиду вуглецю: 1 – контроль (без ЦБК); 2 – лактулоза; 3 – сорбітол; 4 – ЦБК; 5 – фруктоза; 6 – лактулоза і фруктоза; 7 – сорбітол і фруктоза (у співвідношенні 1:1)

Внаслідок вищого осмотичного тиску в рідкій фазі тіста з заміниками цукру підймальна сила дріжджів погіршується, збільшується їх осмочутливість (рис. 3).

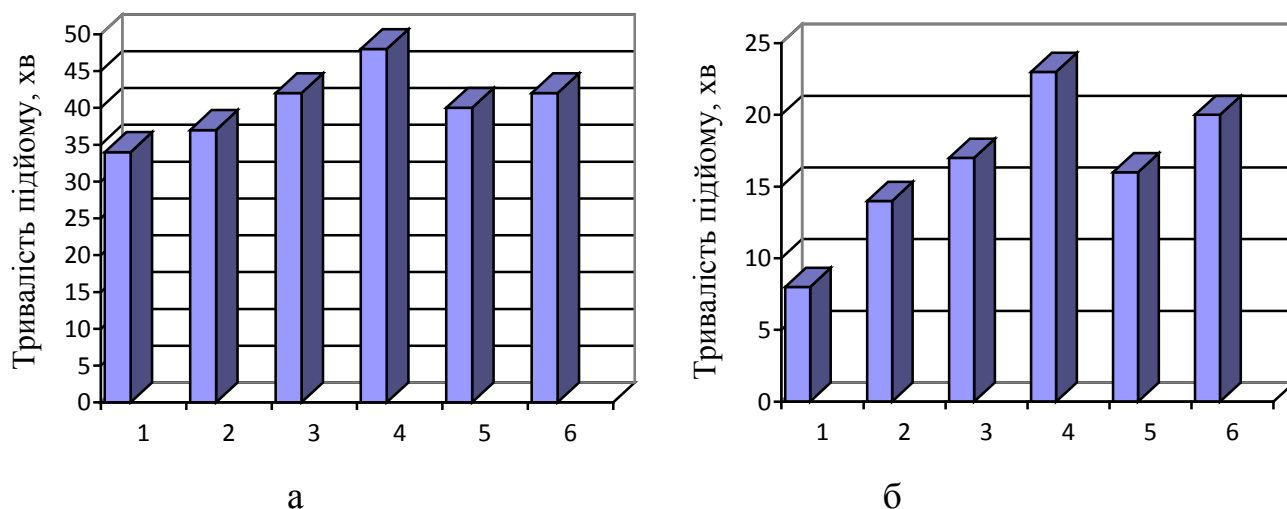


Рисунок 3 – Підймальна сила (а) та осмочутливість (б) дріжджів у тісті з: 1 – ЦБК; 2 – фруктозою; 3 – лактулозою; 4 – сорбітолом; 5 – фруктозою – 3 % та лактулозою – 3 %; 6 – фруктозою – 3 % та сорбітолом – 3 %

У разі заміни ЦБК досліджуваними інгредієнтами у тісті знижується кількість дріжджових клітин та їх брунькування (табл. 3).

Таблиця 3 - Загальна кількість дріжджових клітин і кількість клітин, що брунькуються в тісті (n=3, p≤0,95)

Зразок тіста	Кількість дріжджових клітин, млн/г			
	після замішування тіста		через 3 год бродіння	
	загальна	% брунькуючих	загальна	% брунькуючих
з ЦБК	$46 \cdot 10^6$	12,1	$95 \cdot 10^6$	23,2
з фруктозою	$45 \cdot 10^6$	11,8	$93 \cdot 10^6$	22,6
з сорбітолом	$44 \cdot 10^6$	11,0	$66 \cdot 10^6$	14,3
з лактулозою	$45,5 \cdot 10^6$	11,2	$69 \cdot 10^6$	15,1

На кислотність тіста фруктоза і лактулоза впливають ідентично цукру, сорбіт знижує її. Поряд з цим встановлено (табл. 4) інший склад органічних кислот, що формують кислотність тіста. У тісті з фруктозою накопичується менше молочної кислоти, з лактулозою збільшується її кількість, але це не погіршує смак виробів. У тісті з сорбітолом зменшується кількість всіх кислот, які визначали. Цим пояснюється прісний смак хліба з сорбітом. Різний склад органічних кислот у тісті з заміниками цукру можна пояснити особливостями життєдіяльності молочно-кислих бактерій в їх середовищі.

Таблиця 4 - Вміст нелетких органічних кислот у тісті після 3 год бродіння (n=3, p≤0,95)

Органічні кислоти, мг/100г продукту	Тісто з 6 % до маси борошна			
	ЦБК	фруктози	лактuloзи	сорбітолу
Молочна кислота	134,5	132,0	138,0	130,2
Сума яблучної та бурштинової	21,3	22,4	19,5	17,8
Сума лимонної та винної	25,5	27,5	24,9	20,5
Загальна сума кислот	181,3	181,9	182,4	168,5
Загальна кислотність, град.	2,4	2,4	2,3	2,0

Дослідженнями, проведеними на амілографі, встановлено, що порівняно з ЦБК фруктоза і лактулоза затримують початок клейстеризації крохмалю борошняної суспензії, зменшують її в'язкість внаслідок більшої їх гідратаційної здатності, ніж ЦБК, а сорбітол підвищує її, що має вплинути на формування м'якучки хліба. Під час ферментації у тісті з фруктозою накопичується практично однакова кількість цукрів, як і в тісті з цукром. Це свідчить про ідентичний вплив фруктози на інтенсивність амілолізу крохмалю. У зразках з сорбі-

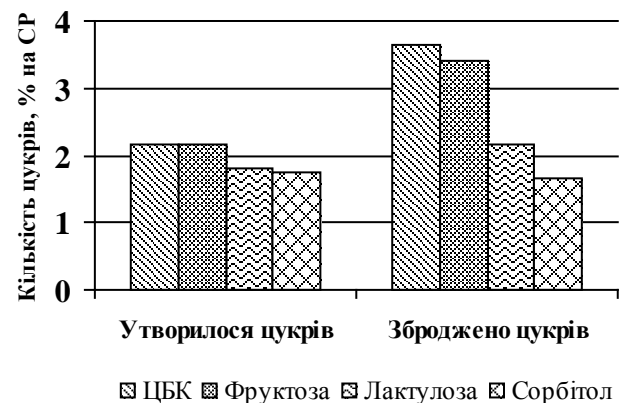


Рисунок 4 – Кількість утвореного та збродженого цукру в тісті з ЦБК, фруктозою, лактулозою та сорбітолом

толом і лактулозою утворюється менше цукрів (рис. 4), що, очевидно, пов'язано зі зменшенням активності амілази в їх присутності. Динаміка споживання цукрів дріжджовою мікрофлорою тіста з цукрозамінниками адекватна закономірностям виділення діоксиду вуглецю в цих зразках.

Встановлено (табл. 5), що в тісті з фруктозою та лактулозою, порівняно з тістом з ЦБК, міститься більше водорозчинної та проміжної фракції білка. Збільшення проміжної фракції обумовлює покращання еластичності та підвищення газоутримувальної здатності тіста. В тісті з сорбітолом зменшується вміст цих фракцій, що очевидно є причиною погіршення об'єму тіста і виробів з сорбітолом. Така ж закономірність спостерігається і за умови використання композиції сорбітолу з фруктозою.

Таблиця 5 - Фракційний склад білків тіста (n=5, p≤0,95)

Азот, мг/100г СР	Тісто з внесенням 6 % до маси борошна					
	ЦБК	фруктози	лактозу	сорбітолу	лактозу і фруктози	сорбітолу і фруктози
загальний	2,240	2,250	2,236	2,205	2,242	2,248
клейковини	1,272	1,240	1,154	1,386	1,194	1,351
водорозчинний	0,326	0,398	0,412	0,307	0,402	0,364
проміжний	0,582	0,612	0,664	0,512	0,646	0,533

У п'ятому розділі “Вплив фруктози, лактулози та сорбітолу на структурно-механічні властивості тіста” встановлено, що порівняно з тістом з ЦБК, тісто з фруктозою і лактулозою має меншу пружність, кращу еластичність і більше розріджується, що пов'язано з високою гідрофільністю цих речовин. Поряд з цим фруктоза має меншу молекулярну масу, тому її розчини краще проникають у структуру білка, а лактулоза діє на білок як відновник. Тісто з сорбітолом має меншу еластичність внаслідок нижчої адсорбційної здатності сорбітолу.

Внаслідок покращання еластичності тіста як з фруктозою, так і лактулозою, покращується його газоутримувальна здатність (рис. 5). Це сприяє збільшенню об'єму виробів з фруктозою та її композиціями з лактулозою і сорбітолом.

Висока гідрофільність фруктози і лактулози обумовлює утворення в структурі полімерів тіста прошарків розчину цукру, які знижують внутрішню тертя системи, що зумовлює зниження ефективної в'язкості напівфабрикатів у більшій

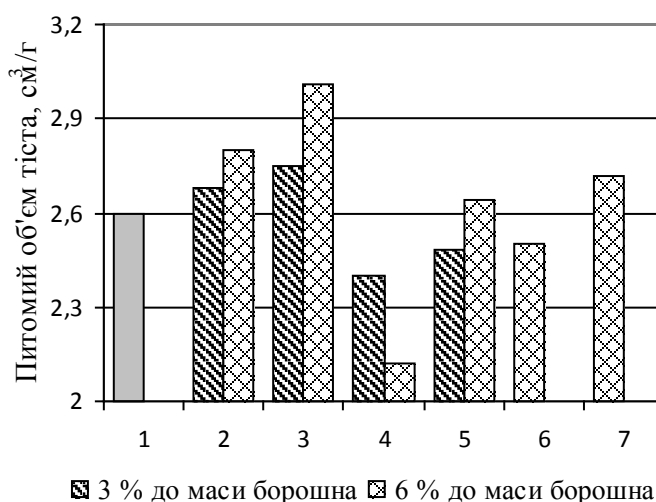


Рисунок 5 – Питомий об'єм тіста: 1 – контроль (без ЦБК); 2 – з ЦБК; 3 – з фруктозою; 4 – з сорбітолом; 5 – з лактулозою; 6 – з сорбітолом і фруктозою (1:1); 7 – з фруктозою та лактулозою (1:1)

мірі, ніж сахароза (рис 6). Це корелює з результатами визначення розпливання тіста.

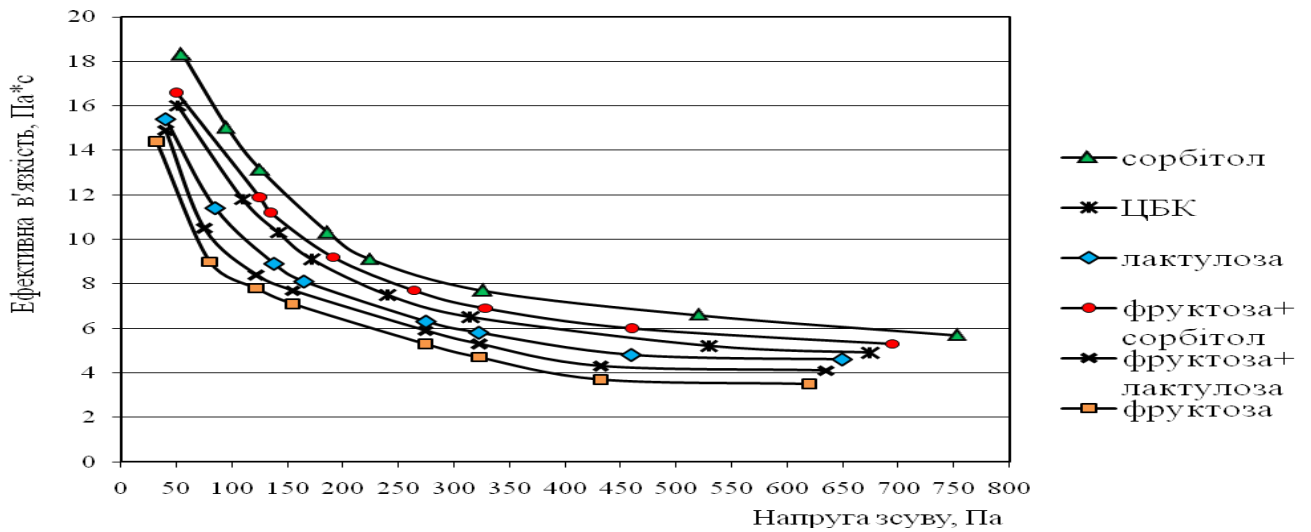


Рисунок 6 - Реологічні криві ефективної в'язкості тіста

Структурно-механічні властивості тіста пов'язані зі станом клейковини. Встановлено, що замітники цукру в більшій мірі, ніж ЦБК, знижують кількість сирої та сухої клейковини, її гідратаційну здатність, підвищують пружні властивості. Це пов'язано з їх дегідратуєчим впливом, проте така дія фруктози і лактулози менша, ніж ЦБК, що зумовлює кращу еластичність і більшу розтяжність клейковини. Сорбітол зменшує еластичність клейковини.

В результаті вивчення мікроструктури тіста встановлено (рис. 7), що клейковина в тісті з фруктозою і лактулозою краще розвинена, очевидно, внаслідок покращання її еластичності: клейковина тіста з сорбітолом розвинена в меншій мірі, менш еластична, цим можна пояснити менший об'єм і вищу формостійкість виробів з сорбітолом.

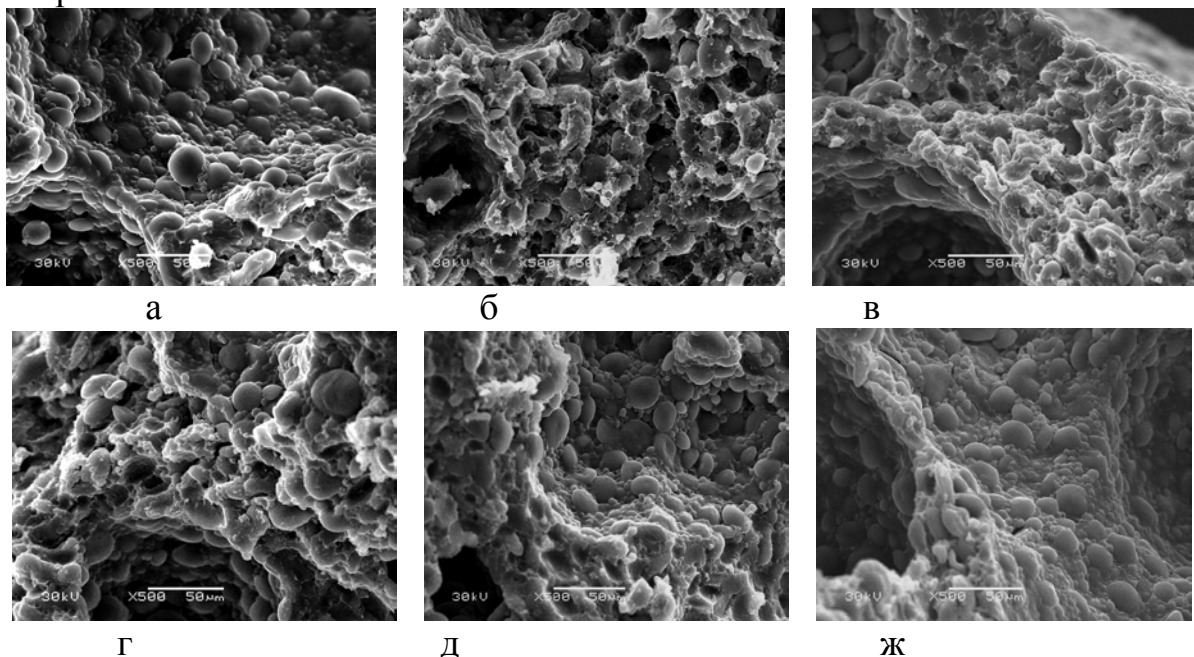


Рисунок 7 – Мікроструктура тіста: а – з цукром, б – з фруктозою, в – з лактулозою, г – з фруктозою та лактулозою, д – з сорбітолом, ж – з сорбітолом та фруктозою

У шостому розділі “Споживча та фізіологічна цінність виробів з фруктозою, лактулозою та сорбітолом” встановлено, що фруктоза і лактулоза в більшій мірі, ніж цукор, уповільнюють черствіння, подовжують збереження виробами свіжості. Про це свідчить більший вміст у м’якушці виробів з ними водорозчинних речовин та міцно зв’язаної вологи (табл. 6). Ці вироби мають кращий аромат. У виробах з сорбітолом ці показники зменшуються, що підтверджує доцільність використання сорбітолу в композиції з фруктозою.

Таблиця 6 – Втрати вільної та зв’язаної води під час зберігання виробів (n=3, p≤0,95)

Зразки хліба	Тривалість зберігання, год	Масова частка вологи, %		Втрата зв’язаної вологи, %
		вільної	зв’язаної	
З цукром білим кристалічним	24	62,0	38,0	3,2
	48	62,5	34,8	
З фруктозою	24	59,8	40,2	2,6
	48	62,4	37,6	
З лактулозою	24	61,5	38,5	2,8
	48	64,3	35,7	
З сорбітолом	24	62,5	37,5	3,8
	48	66,3	33,7	

Для покращання фізіологічної цінності виробів з цукрозамінниками були проведені дослідження щодо збагачення цих виробів харчовими волокнами (ХВ), білком, ω -3 і ω -6 жирними кислотами включенням до їх рецептур пшеничних висівок (ПВ), соєвої олії та сухої пшеничної клейковини (СПК). Для збагачення йодом використовували йодовану сіль.

Встановлено, що за умови внесення в рецептуру досліджуваної сировини підвищується кислотність тіста, подовжується тривалість вистоювання. Покращується об’єм і пористість виробів, в більшій мірі в тісті з фруктозою (рис. 8). Це пов’язано з покращанням газотримувальної здатності тіста, очевидно, за рахунок пшеничної клейковини.

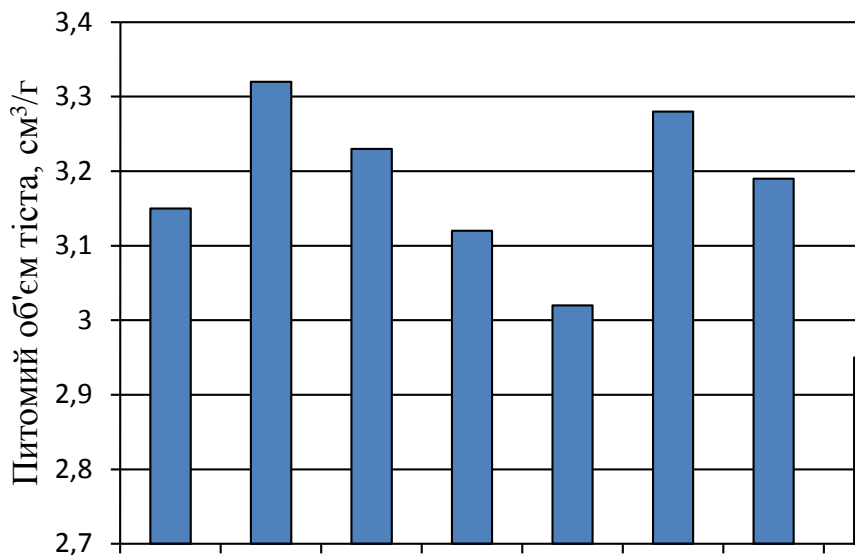


Рисунок 8 - Питомий об’єм тіста: к1 – з 4 % фруктози до маси борошна, збагаченого ПВ: 1- 10; 2- 15; 3- 20 % замість маси борошна; к2 – з фруктозою (3 %) і лактулозою (3 %), збагаченого ПВ: 4 – 10; 5 – 15; 6 – 20 % замість маси борошна

Методом експериментально-статистичного моделювання встановлювали оптимальний вміст функціональних інгредієнтів. Результати обробки експериментальних даних дозволили отримати таке рівняння регресії:

$$Y_1 = 2,723 - 0,083 \cdot X_1 + 0,014 \cdot X_2 - 0,012 \cdot X_3 + 0,015 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Оптимізація технологічного процесу, проведена за комплексним методом Бокса-Уїлсона показала, що максимальне значення функції (питомого об'єму) досягається за умови дозування ПВ (X_1) до 12,0 %, позитивний вплив спостерігається також за дозування до 15 % та при дозуванні СПК (X_2) до 6 %.

На основі результатів досліджень розроблені рецептури на хлібці діабетичні «З фруктозою» та хлібці «З лактулозою». Порівняно з батонем нарізним з ідентичним вмістом цукру і жиру, ці вироби краще зберігають свіжість, що підтверджено покращанням структурно-механічних властивостей, водопоглинальної здатності та гідрофільних властивостей м'якушки, меншою кришкуватістю. Нові вироби містять більше ароматоутворюючих сполук.

Збагачені вироби з заміниками цукру забезпечують добову потребу організму в білках, мінеральних речовинах, йоді, вітамінах і поліненасичених жирних кислотах більш як на 15 %, що дає право віднести їх до функціональних продуктів харчування.

Дослідженнями *in Vitro* встановлено (рис. 9) незначне (6...10 %) зниження швидкості гідролізу білків цих виробів, (очевидно, внаслідок адсорбування ферментів поверхнею харчових волокон), а також зменшення ферментативного гідролізу вуглеводів. Тобто зменшується вуглеводне навантаження на організм людини.

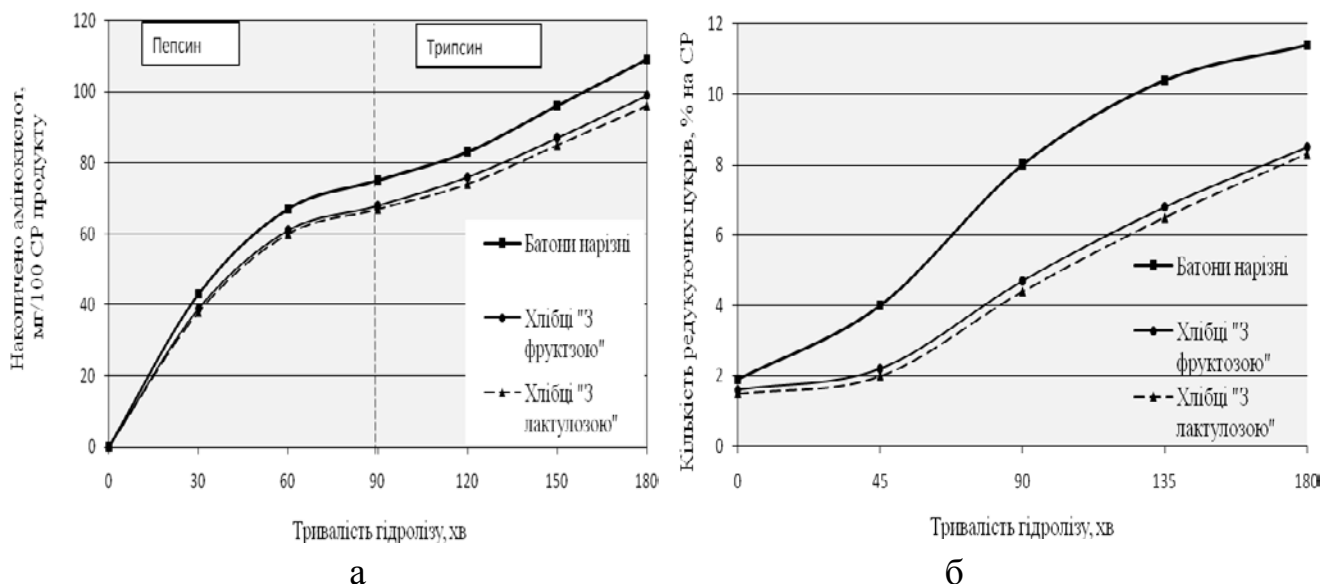


Рисунок 9 – Перетравлюваність білків (а) та вуглеводів (б) *in Vitro*

За результати досліджень розроблено та затверджено рецептури та інструкції на 5 нових виробів. Розрахунковим методом встановлено, що показник глікемічності розроблених виробів нижчий, ніж виробів з ЦБК на 7,2...9,1 %. Для їх виробництва рекомендується наступна апаратурно-технологічна схема (рис. 10).

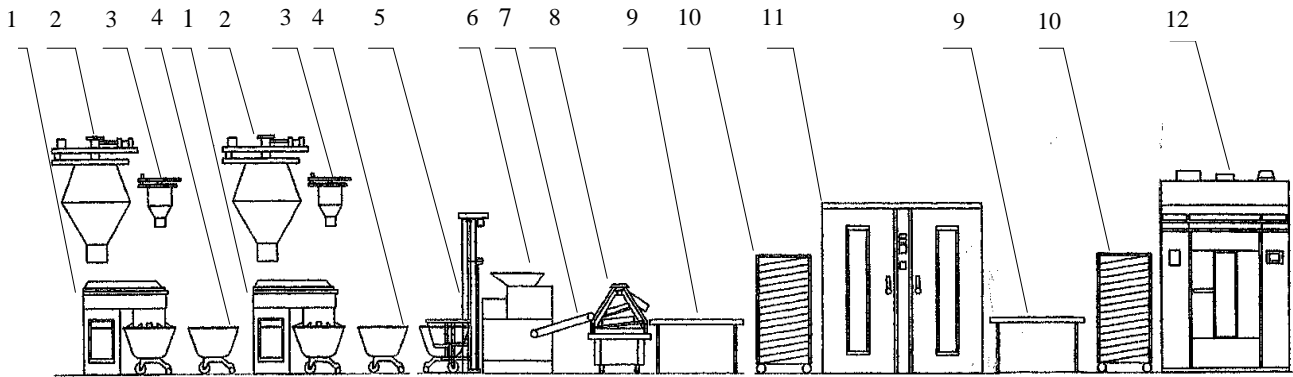


Рисунок 10 – Апаратурно-технологічна схема виробництва виробів:

1 – тістомісильна машина, 2 – дозатор борошна, 3 – дозатор рідких компонентів, 4 – діжа, 5 – діжеперекидач, 6 – тістоподільник, 7 – транспортер, 8 – тістоокруглювач, 9 – стіл для оброблення тіста, 10 – контейнер з листами, 11 – шафа остаточного вистоювання, 12 – хлібопекарська ротаційна піч

Проведені розрахунки очікуваних економічних показників показали, що порівняно з виробами з ЦБК собівартість 1 т виробів із заміниками цукру підвищується внаслідок вищої ціни на цю сировину, однак їх виробництво має соціальне значення.

ВИСНОВКИ

На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність використання для заміни цукру білого кристалічного фруктози, лактулози, композицій фруктози з сорбітом та з лактулозою у виробництві діабетичних хлібобулочних виробів з метою удосконалення їх асортименту та розширення сировинної бази.

Розроблено технологію хлібобулочних виробів з фруктозою, лактулозою та композиціями фруктози з лактулозою та з сорбітолом:

1. Визначено закономірності впливу досліджуваної сировини на параметри технологічного процесу та якість хліба. Доведено, що вироби з фруктозою за об'ємом, пористістю, формостійкістю аналогічні виробам з ЦБК. Лактулоза і сорбітол знижують ці показники якості і в більшій мірі – сорбітол.

2. Встановлено, що використання лактулози і сорбітолу в композиції з фруктозою за співвідношення 1:1 забезпечує підвищення інтенсивності бродіння тіста, одержання виробів з хорошими споживчими властивостями.

3. Отримано математичні моделі, які адекватно описують вплив складу композиції фруктоза-лактuloза на якість виробів.

4. Встановлено, що за умови заміни ЦБК досліджуваними інгредієнтами, найкраща якість виробів досягається за приготування тіста опарним способом. Проте ефективними є і безопарний прискорений спосіб та спосіб приготування тіста на диспергованій фазі.

5. Вперше системно досліджено вплив фруктози, лактулози і сорбітолу на мікробіологічні та біохімічні процеси в тісті. Встановлено, що за використання цих речовин пригнічується життєдіяльність дріжджів внаслідок особливостей їх ферментного комплексу та підвищення осмотичного тиску в рідкій фазі тіста. Це

призводить до зниження інтенсивності бродіння тіста та подовження тривалості вистоювання тістових заготовок.

6. Доведено, що фруктоза впливає на інтенсивність розщеплення крохмалю амілазами ідентично ЦБК, що підтверджено аналогічною кількістю накопичених цукрів за період ферментації тіста. В присутності лактулози і сорбітолу активність амілолітичних ферментів пригнічується, цукрів накопичується менше на 16,2 і 18,9 % відповідно. У разі заміни ЦБК фруктозою або лактулозою в тісті зростає вміст фракцій водорозчинного і проміжного білка на 5,2 і 14 % відповідно, що обумовлює більше розрідження тіста. В тісті з сорбітолом ці показники менші на 6 і 12 % відповідно.

7. Вперше визначено вплив фруктози, лактулози та композиції фруктози з лактулозою і фруктози з сорбітолом на структурно-механічні властивості тіста. Доведено, що фруктоза і лактулоза, порівняно з ЦБК, зменшують в'язкість тіста та покращують його еластичність. Зменшення в'язкості тіста є наслідком збільшення в ньому рідкої фази, що зумовлено вищою розчинністю цих сахаридів, а покращання еластичності тіста пов'язано з кращим проникненням розчинів фруктози в структуру білка, зважаючи на вдвічі меншу, ніж у сахарози, її молекулярну масу, та відновлювальними властивостями лактулози, що корелює зі збільшенням розтяжності та еластичності клейковини, відмитої з тіста з цими речовинами. Внаслідок цього покращується газотримувальна здатність тіста, що за зменшення газотворення забезпечує належний об'єм і пористість виробів. Сорбітол зменшує в'язкість і еластичність тіста, його розрідження. За використання сорбітолу в композиції з фруктозою пружно-еластичні властивості тіста покращуються.

8. Встановлено, що фруктоза і лактулоза та композиції фруктози з лактулозою і фруктози з сорбітолом, порівняно з ЦБК, суттєво сповільнюють процес черствіння хліба, що підтверджується кращим збереженням м'якушкою пружно-еластичних властивостей, підвищенням її гідрофільних властивостей, збільшенням вмісту водорозчинних речовин і частки зв'язаної вологи.

9. Доведено ефективність застосування пшеничних висівків, СПК, соєвої олії та йодованої солі для збагачення виробів з цукрозамінниками функціональними інгредієнтами: харчовими волокнами, поліненасиченими жирними кислотами, йодом, зниження їх глікемічності. Методом математичного моделювання встановлено оптимальне дозування ПВ і СПК, соєвої олії, що забезпечує хорошу якість виробів.

10. Встановлено, що вироби з фруктозою та композицією фруктози з лактулозою, збагачені фізіологічно-функціональними інгредієнтами, краще зберігають свіжість, містять більше ароматичних речовин, ніж традиційні вироби з ЦБК, в більшій мірі задовольняють потреби організму людини в білках, харчових волокнах, поліненасичених жирних кислотах, йоді та мінеральних речовинах: це дозволяє віднести їх до виробів зі статусом «функціональні». Дослідженнями *in Vitro* встановлено, що складові рецептури цих виробів зменшують вуглеводне навантаження на організм людини, мають низький показник глікемічності, проте знижують на 9...10,5 % ферментативний гідроліз білків.

11. На основі проведених досліджень розроблено технологію хлібобулочних виробів з фруктозою, лактулозою, сорбітолом та їх композиціями.

12. На основі результатів досліджень розроблено та затверджено ОПХП «Укрхлібпром» рецептури та технологічні інструкції на виробництво булочки «Діабетичної з фруктозою», булочок «З фруктозою та лактулозою» та «З сорбітом і фруктозою», хлібців діабетичних «З фруктозою» та хлібців «З лактулозою», які мають низький показник глікемічності та підвищену фізіологічну цінність. Розроблена технологія їх виробництва апробована в умовах пекарень ТЗОВ «Горінь і Т», ТЗОВ «Хліб–Трейд» (м. Львів) та ПАТ «Чернігівський хлібокомбінат».

ПЕРЕЛІК РОБІТ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Шляхи розширення асортименту хлібобулочних виробів для хворих на діабет / В. І. Дробот, Н. О. Місечко, Ю. В. Бондаренко, О. Д. Тесля // Хранение и переработка зерна. – 2011. – № 11 (149). – С. 68-69.

2. Дослідження впливу фруктози на технологічний процес та якість булочних виробів / В. Дробот, О. Тесля, Ю. Бондаренко, Н. Місечко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2012. – № 11 (96). – С. 3-5.

3. Технологические аспекты использования лактулозы в хлебопекарном производстве / В. И. Дробот, Н. А. Мисечко, Ю. В. Бондаренко, О. Д. Тесля // Хлебопёк. – 2012. – № 5 (58). – С. 34-37.

4. Фруктоза – перспективний цукрозамінник в технології діабетичних хлібобулочних виробів / В. І. Дробот, Н. О. Місечко, Ю. В. Бондаренко, О. Д. Тесля // Зернові продукти і комбікорми. – 2012. – № 4 (48). – С. 24-27.

5. Дробот, В. І. Фруктоза та лактулоза – перспективні цукрозамінники у хлібопекарському виробництві / В. І. Дробот, Ю. В. Бондаренко, Н. О. Місечко // Science – od teorii do praktyki : zbir raportow naukowych Miedzynarodowej Naukowi-Praktycznej Konferencji, 29.03.2013-31.03.13 roku, Sopot. – Sopot : Wydawca Sp.z o.o. «Diamond trading tour», 2013. – С. 47-54.

6. Дробот, В. І. Структурно-механические свойства теста с сахаром и сахарозаменителями / В. И. Дробот, Н. А. Мисечко, Ю. В. Бондаренко // Хранительна наука, техника и технологии 2013 : научна конференция с международно участие, 18-19 октомври 2013, Пловдив : научни трудове. – Пловдив : Академично издательство на УХТ, 2013. – Т. 60. – С. 125-129.

7. Збагачення хлібобулочних виробів для хворих на діабет функціональними інгредієнтами / В. І. Дробот, Н. О. Місечко, Ю. В. Бондаренко, Ю. С. Приходько // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 11. – С. 44-45.

8. Патент 86854 UA, МПК А 21 D 2/00 (2013.01) Діабетичний булочний виріб / Місечко Н. О., Дробот В. І., Бондаренко Ю. В. ; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 201309458 ; заявл. 29.07.2013 ; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1, 2014 р.

9. Патент 87151 UA, МПК А 21 D 2/10 (2006.01) Діабетичний булочний виріб / Місечко Н. О., Дробот В. І., Бондаренко Ю. В. ; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 201309457 ; заявл. 29.07.2013 ; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2, 2014 р.

10. Патент 87152 UA, МПК А 21 D 2/10 (2006.01) Діабетичний булочний виріб / Місечко Н. О., Дробот В. І., Бондаренко Ю. В. ; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 201309460 ; заявл. 29.07.2013 ; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2, 2014 р.

11. Патент 87862 UA, МПК А 21 D 2/10 (2006.01) Діабетичний булочний виріб / Місечко Н. О., Дробот В. І., Бондаренко Ю. В.; заявник Національний університет харчових технологій. – № u 201309459 ; заявл. 29.07.2013 ; опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4, 2014 р.

12. Дослідження впливу сорбіту на технологічний процес та якість готових виробів / Н. О. Місечко, Ю. В. Бондаренко, Н. М. Стрельченко, В. І. Дробот // Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 78 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 2-3 квіт. 2012 р. : тези доп. – К. : НУХТ, 2012. – С. 71-72.

13. Місечко, Н. О. Вплив фруктози на структурно-механічні властивості дріжджового тіста / Н. О. Місечко, В. І. Дробот // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, 25 квіт. 2012 р : тези доп. – Харків : ХДУХТ, 2012. – Ч. 1. – С. 49.

14. Мисечко, Н. О. Использование лактулозы в хлебобулочных изделиях / Н. О. Мисечко, В. И. Дробот // Техника и технология пищевых производств : VIII международная научная конференция студентов и аспирантов, 26-27 апр. 2012 г. : тезисы док. – Могилев : Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2012. – Ч. 1. – С. 139.

15. Влияние сахарозаменителей на микробиологические и биохимические процессы в тесте / Н. О. Мисечко, Ю. В. Бондаренко, О. Д. Тесля, В. И. Дробот // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты : юбилейная X научно-практическая конференция с международным участием, 27-28 ноября 2012 г. : сб. матер. – М. : ФГОУВПО МГУПП, 2012. – С. 182-184.

16. Дослідження впливу лактулози на технологічний процес та якість хлібо-булочних виробів / Н. О. Місечко, Ю. В. Бондаренко, Т. В. Мостова, В. І. Дробот// Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 79 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 15-16 квіт. 2013 р. : матеріали конф. – К. : НУХТ, 2013. – С. 166-167.

17. Мисечко, Н. А. Использование композиции сорбита и фруктозы в диетических хлебобулочных изделиях / Н. А. Мисечко, В. И. Дробот // Наука. Образование. Молодежь : республиканская конференция молодых ученых, 18-19 апр. 2013 г. : материалы конф. – Алматы : АТУ, 2013. – С. 77-79.

18. Использование пищевых волокон в технологии диабетических булочных изделий / Н. А. Мисечко, Ю. В. Бондаренко, Ю. С. Приходько, В. И. Дробот // Техника и технология пищевых производств : IX международная научно-техническая конференция, 25-26 апр. 2013 г. : тезисы докл. – Могилев : Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2013. – Ч. 1. – С. 98.

19. Drobot, V. Fructose and probiotics application in technology of diabetes bakery / V. Drobot, Y. Bondrenko, N. Misechko // The Second North and East European Congress on Food, May 26-29, 2013 : abstract. – Kyiv : NUFT, 2013 – P. 223.

20. Місечко, Н. О. Харчові волокна в дієтології хворих на цукровий діабет / Н. О. Місечко, В. І. Дробот // Товарознавство та ринок споживчих товарів: реалії та перспективи : зб. тез наук. пр. студентів, аспірантів та молодих вчених. – Донецьк : Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2013. – Вип. 2 – С.156-157.

21. Місечко, Н. Збагачення хлібобулочних виробів з цукрозамінниками сировиною, що містить функціональні інгредієнти / Н. Місечко, В. Дробот // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 80 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 10-11 квіт. 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – С. 187-188.

Особистий внесок здобувача: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до публікації [1, 2, 7, 8, 15, 16, 17, 19,20], проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення експериментальних даних, підготовка матеріалів до публікації [3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 21].

АНОТАЦІЯ

Місечко Н. О. Використання фруктози і лактулози в технології хлібобулочних виробів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2014.

Робота присвячена використанню фруктози і лактулози в технології хлібобулочних виробів для хворих на цукровий діабет. Досліджено вплив фруктози і лактулози, а також композицій фруктози з лактулозою та фруктози з сорбітолом на перебіг основних процесів у технології хлібобулочних виробів та на показники їх якості.

Методом математичного моделювання встановлено оптимальне співвідношення в композиції фруктози і лактулози. Доведено, що для забезпечення якості виробів сорбіт доцільно використовувати сумісно з фруктозою.

Встановлено, що досліджувана сировина та її композиції знижують інтенсивність спиртового бродіння, але покращують газоутримувальну здатність тіста, що забезпечує належний об'єм і формостійкість виробів.

Обґрунтовано доцільність заміни в рецептурі діабетичних виробів частини борошна пшеничними висівками та сухою пшеничною клейковиною, а також використання соєвої олії для збагачення виробів фізіологічно-функціональними інгредієнтами. Розроблено і затверджено нормативну документацію на 5 нових діабетичних виробів.

тичних виробів, які мають низький показник глікемічності та меншу інтенсивність перетравлювання вуглеводів.

Ключові слова: фруктоза, лактулоза, сорбітол, композиції, хлібобулочні вироби, якість, показник глікемічності, функціональні властивості.

АННОТАЦІЯ

Мисечко Н.А. Использование фруктозы и лактулозы в технологии хлебобулочных изделий. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2014.

Диссертация посвящена использованию фруктозы и лактулозы в технологии хлебобулочных изделий для больных сахарным диабетом.

Исследовано влияние различных дозировок фруктозы, лактулозы, а также композиции фруктозы с лактулозой и фруктозы с сорбитолом на ход основных процессов в технологии хлебобулочных изделий и качество готовых изделий.

Доказано технологическую эффективность использования сорбитола в композиции с фруктозой.

По сравнению с тестом с сахаром в тесте с фруктозой незначительно снижается интенсивность спиртового брожения вследствие особенностей сбраживания фруктозы дрожжевыми клетками и увеличения осмотического давления в жидкой фазе теста. Изделия с фруктозой по качеству не уступают изделиям с сахаром. Лактулоза и сорбитол не сбраживаются дрожжами, что обуславливает ухудшение качества изделий. Фруктоза и лактулоза влияют на кислотонакопление в тесте практически идентично сахару, однако при этом состав органических кислот разный. Сорбитол снижает кислотность теста. Вследствие более высокого осмотического давления в жидкой фазе теста с исследуемым сырьем ухудшается подъемная сила дрожжей. Доказано, что в рецептуре изделий для больных сахарным диабетом замена части муки пшеничными отрубями и сухой пшеничной клейковины, включение соевого масла повышает как потребительскую, так и пищевую ценность изделий, снижает показатель их гликемичности. Методом термогравиметрического анализа установлено, что в этих изделиях повышается содержание связанной воды. Это свидетельствует о замедлении процесса черствения. Методом расчета интегрального скорра установлено, что изделия с фруктозой и лактулозой, обогащенные пищевыми волокнами пшеничных отрубей, белком сухой пшеничной клейковины и полиненасыщенными жирными кислотами могут быть отнесены к функциональным продуктам питания.

Теоретические и практические аспекты проведенных исследований положены в основу усовершенствования технологии хлебобулочных изделий с фруктозой и лактулозой.

Ключевые слова: фруктоза, лактулоза, сорбитол, композиции, хлебобулочные изделия, показатель гликемичности, функциональные свойства.

ANNOTATION

Misechko N.O. Using fructose and lactulose in technology of bakery products. – Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.18.01 - Technology of baking products, confectionery and food concentrates - National University of Food Technology, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2014.

The work is devoted to the use of fructose and lactulose in bakery technology for patients with diabetes. The influence of fructose and lactulose, and also compositions of fructose with lactulose and fructose with sorbitol on the course main processes in technology of bakery products and their quality.

The method of mathematical modeling established the optimal ratio in the composition of fructose and lactulose. We prove that to ensure product quality, sorbitol should be used in conjunction with fructose.

It was established that the investigated materials and their composition reduces the intensity of spirit fermentation, but improve maintain gas ability of dough that provides proper volume and shape stability of products.

Expediency of replacing the recipe diabetic products: parts of flours with the wheat bran and dry wheat gluten, and the use of soybean oil for enrichment items physiologically functional components. Developed and approved by regulatory documentation in 5 new diabetic products that have a low rate and a lower intensity of hlikemichnist digestion of carbohydrates.

Keywords : fructose, lactulose, sorbitol, composition, baked products, quality, the indicator of hlikemichnist, functional properties.