

Український державний університет харчових технологій

На правах рукопису

ЛЮБЕНКО СЕРГІЙ ГРИГОРОВИЧ  
УДК 664.665.022.39(043.3)

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБО-БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ  
ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ЦУКРОЗАМІННИКІВ РОСЛИННОГО  
ПОХОДЖЕННЯ**

Спеціальність 05.18.01. - Технологія хлібопекарних, макаронних  
та кондитерських продуктів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук



Науковий консультант: доктор технічних наук, професор, чл.-кор.  
УААН **В. І. Дробот**

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент **В.Ф. Доценко**

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор, академ.  
АТКУ, заслужений діяч науки та техніки  
України **О. В. Володарський**  
кандидат технічних наук, старший науковий  
співробітник УкрНДПродмашу **Г. А. Волкова**

Провідна організація: Центральна контрольно-виробнича лабораторія  
Укрхлібпрому

Захист відбудеться 30 листопада 1994 р. о \_\_\_\_ годині на засіданні  
спеціалізованої ради Д.01.15.01 Українського державного університету харчових  
технологій, аудиторія А- \_\_\_\_.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Автореферат розіслано 27 жовтня 1994р.

Запрошуємо Вас взяти участь у засіданні спеціалізованої ради або  
надіслати відгук у двох примірниках, затверджений печаткою організації,  
за адресою: 252017, Київ - 17, вул. Володимирська, 68.

Вчений секретар спеціалізованої  
ради, к.т.н., доцент



О.І. Семенова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Цукор є одним з найбільш цінних продуктів харчування. Більше третини вживаних вуглеводів припадає на частку цукру.

Цукровмісні продукти легко засвоюються організмом людини, що зумовлює надмірне вживання цукру і розвиток цілого ряду захворювань: цукровий діабет, атеросклероз, ожиріння та ін.

З позиції раціонального харчування хімічний склад хліба потребує регулювання з метою зниження вуглеводного навантаження на організм людини, розширення асортименту дієтичних хлібобулочних виробів для забезпечення повноцінного харчування. Це зумовлює пошук нових ефективних цукрозамінників для використання в хлібопеченні.

Дієтичні вироби для хворих на цукровий діабет майже не виробляються.

Таким чином, використання цукрозамінників, які забезпечують необхідну солодкість, високу якість хліба і поліпшення його фізіологічних властивостей, є актуальним.

**Мета роботи.** Метою даної роботи є вивчення можливостей заміни цукру в виробництві хлібобулочних виробів новими цукрозамінниками рослинного походження і розробка технології їх використання.

В процесі виконання роботи досліджувались:

- хімічний склад і лікувально-профілактичні властивості цукрозамінників: сиропу із сорго цукрового (ССЦ) і концентрату із топінамбура (КТ);

- роль цукрозамінників у технологічному процесі виробництва хліба у ході вивчення їх впливу на окремі процеси, які відбуваються при дозріванні тіста;

- фізіологічні властивості хліба з цукрозою, ССЦ та КТ з обґрунтуванням переваг використання цукрозамінників;

- вплив цукрозамінників на харчову та споживну цінність хліба.

Розроблені технологічні рекомендації по заміні цукрози на ССЦ та КТ в хлібопекарному виробництві. З використанням методів експериментально-статистичного моделювання розроблено нові види хлібобулочних виробів з цукрозамінниками.

**Наукова новизна роботи.** Проведеними в комплексі дослідженнями хімічного складу, технологічних та фізіологічних властивостей ССЦ і КТ доведено, що ці продукти є ефективними цукрозамінниками в хлібопеченні, сприяють зниженню вуглеводного навантаження на організм людини і рівня внутрішнього іонізуючого випромінювання.

Аналіз закономірностей зміни показників протягом технологічного процесу приготування хліба підтвердив ідентичність технологічної значущості цукрози і цукрозамінників. Біологічно активні речовини, які містяться в ССЦ і КТ, комплексно впливають на мікрофлору, активність ферментів, біополімери тіста.

Виявлено взаємозв'язок між зміцненням клейковини тіста з цукрозамінниками і зміною співвідношення її білкових компонентів у бік збільшення вмісту глютенінів.

**Практична цінність роботи.** Запропоновані основні способи використання цукрозамінників на різних етапах технологічного процесу хлібопекарного виробництва.

Розроблено та затверджено НТД на чотири нові дієтичні сорти хліба з КТ; технологічні рекомендації по заміні цукру-піску ССЦ.

Проведена медико-біологічна оцінка виробів з цукрозамінниками дозволила рекомендувати їх для профілактики та лікування цукрового діабету, ожиріння, а також людям, які працюють в умовах підвищеного радіаційного фону.

**Випробування роботи.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на конференціях: наукових професорсько-викладацького складу УДУХТ(Київ, 1991-1994 рр.); науковій "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности"(Москва, 1991); Всесоюзній науково-технічній "Итоги и перспективы использования природных и синтетических высокомолекулярных соединений в производстве пищи"(Суздаль, 1991); Республіканській науково-технічній "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевой и перерабатывающей отрасли АПК"(Київ, 1991); Міжрегіональній науково-виробничій "Топинамбур и тописолнечник - проблемы возделывания и использования" (Воронеж, 1992); Міжнародній науково-технічній "Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробну галузі АПК" (Київ, 1993); Першій національній науково-практичній "Хлебопродукты - 94" (Одеса, 1994); Мінародній науково-практичній "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин"(Київ, 1994).

З теми дисертаційної роботи опубліковано 17 робіт, в тому числі одне позитивне рішення на винахід та дві пріоритетні довідки на патенти України.

Технології виробництва хлібобулочних виробів з використанням ССЦ і КТ опробовані в виробничих умовах.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертація складається з вступу, шести розділів, висновків, додатків. Робота викладена на \_\_\_\_ стор. машинописного тексту, містить 18 рисунків та 47 таблиць. Список літератури включає 243 джерела, в т.ч. 109 джерел зарубіжних авторів.

## ЗМІСТ РОБОТИ

### Огляд літератури.

На сьогоднішній день в спеціальній літературі описана велика кількість підсолоджуючих речовин та цукрозамінників, але в харчовій промисловості використовуються лиш деякі з них. У хлібопеченні для повної заміни цукру використовують сорбіт, ксиліт і сахарин, а також цукровмісну сировину для часткової заміни цукру.

Відзначається, що перспективними можуть бути цукрозамінники, сировинна база для одержання яких знаходиться на території України.

Такими цукрозамінниками можуть бути ССЦ та КТ.

### Об'єкти та методи досліджень.

При проведенні досліджень використовували три проби пшеничного борошна вищого гатунку та п'ять проб пшеничного борошна першого гатунку з середніми хлібопекарними властивостями.

ССЦ і КТ відповідали Тимчасовим технологічним інструкціям та ТУ України 535-93 відповідно.

Основні показники якості сировини, напівфабрикатів та хліба досліджували методами, які використовуються в технологічному контролі хлібопекарного виробництва і регламентовані ГОСТами.

Кількість моно- і дисахаридів в ССЦ і КТ встановлювали йодометричним напівмікрометодом та газорідним аналізом.

Вміст нелетких органічних кислот встановлювали методом Княгинічева і Дерновської-Зеленцової.

Склад мінеральних речовин досліджували за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра ААС-1 і спектрографа СТЭ-1.

Вміст вітамінів встановлювали мікробіологічним методом, використовуючи дріжджові тести, а рибофлавіну - флуорометрично.

Вміст азоту встановлювали модифікованим методом К'ельдаля.

Зміни пружно-еластичних властивостей тіста проводили на фаринографі фірми "Brabender" (ФРН), альвеографі фірми "Chopin" (Франція). В'язко-пластичні властивості тіста вивчали на ротаційному віскозиметрі "Реотест-2" (НДР); адгезію тіста - за допомогою адгезіометра, розробленого в ОТІХП.

Ступінь свіжості хліба оцінювали на основі вивчення структурно-механічних властивостей м'якушки на пенетрометрі АП-4/1 та на основі зміни його гідрофільності, яку встановлювали методом Катца.

Дослідження форм зв'язку вологи в м'якушці і зміну їх співвідношення в процесі зберігання хліба проводили з допомогою термогравіметричного методу на дериватографі ОД-102-508/С (Угорщина).

Вуглеводний склад ССЦ і КТ вивчали на газорідному хроматографі LC-6A фірми "Shimadzu" (Японія) з використанням хроматографічної колони SCS 101N, диференціального рефрактометра RID та процесора для обробки даних "Chromatopak C-R3A".

Амінокислотний склад ССЦ і КТ визначали на амінокислотному аналізаторі LC-5001 "Biotronik" (ФРН).

Радіонуклідзв'язуючу активність ССЦ і хліба з ним вивчали методом *in vivo*.

### Характеристика, властивості цукрозамінників, їх вплив на технологічний процес та якість хліба.

При вивченні хімічного складу цукрозамінників встановлено, що найбільш вагомим є вміст цукрів (табл. 1). ССЦ і КТ вигідно відрізняються від відомих ГФС вмістом біологічно важливих мінеральних речовин, амінокислот, вітамінів та органічних кислот.

### 1. Хімічний склад ССЦ і КТ

Складові частини	Вміст	
	ССЦ	КТ
Вуглеводи загальні, %		63,6
в т.ч. цукри:	67,5	42,3
фруктоза	17,2	28,2
глюкоза	23,9	7,8
цукроза	56,3	6,3
Інулін	-	20,1
Пектин	-	0,4
Амінокислоти, мг/100г білка	-	380,9
Вільні амінокислоти, мг/100г	226,2	-
в т.ч. незамінні	89,6	140,4
Мінеральні речовини, мг/100г: К	16,6	1801
Na	2,9	19,5
Ca	4,5	182
P	0,8	835
Mg	1,3	68,6
Fe	0,8	6,2
Zn	1,5	2,3
Вітаміни, мг/100г	29,85	33,38
Органічні кислоти, мг/100г:	613	2164
в т.ч. лимонна	72	1216
яблучна	167	214
янтарна	247	89

Вивчали комплексоутворюючі властивості ССЦ та хліба з ним по відношенню до радіоактивного цезію. Встановлено, що у мишей, яким вводили цукрозамінник, через 23 дні після початку досліду рівень цезію-137 знизився в порівнянні з контролем: у крові - на 43%, у тонкому кишечнику - на 40%, у печінці - на 4%, у м'язах - на 10% і збільшився у сечі - на 14% та калі - на 31%.

Аналіз хімічного складу ССЦ і КТ дозволив зробити висновок про можливість їх використання для заміни цукру. У зв'язку з цим

досліджували вплив заміни 5, 10 та 15% цукру до маси борошна цукрозамінниками (табл. 2).

Попередніми дослідями встановлено, що КТ помітно підвищує кислотність тіста і хліба, тому його дозували еквівалентно солодкості цукрози, а ССЦ - кількості цукру-піску.

## 2. Вплив ССЦ і КТ на показники технологічного процесу та якості хліба

Показники	Контроль - з цукром, % до маси борошна			Заміна цукру в еквівалентній кількості,% до маси борошна					
				ССЦ			КТ		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
<b>Тісто</b>									
Вологість, %	42,0	42,0	40,0	42,0	42,0	40,0	42,0	42,0	40,0
Кислотність, град., кін.	2,8	3,0	3,2	2,8	3,4	3,6	3,4	3,8	4,2
Газоутворення, см <sup>3</sup> /100г	572	538	500	604	564	514	628	560	512
Три.валість, хв: бродіння	160	160	150	160	160	150	160	160	150
розстоювання	45	40	38	42	38	35	42	35	30
<b>Хліб</b>									
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	3,35	3,30	3,26	3,39	3,36	3,30	3,46	3,37	3,36
Пористість, %	73	72	71	75	74	73	75	73	73
Формостійкість, Н/Д	0,41	0,38	0,38	0,40	0,38	0,37	0,38	0,36	0,35
Кислотність, град.	2,8	3,0	3,2	2,8	3,0	3,2	3,2	3,6	3,8

Готова продукція з ССЦ і КТ відрізнялась від контролю з цукром більшим питомим об'ємом та краще розвинутою структурою пористості м'якушки.

Вивчено вплив цукрозамінників на якість хліба при різних способах приготування тіста (опарний та безопарний способи,

збільшення тривалості замішування тіста, часткове внесення цукрозамінників в опару).

Одержані результати дозволяють стверджувати, що застосування ССЦ і КТ ефективно при всіх способах тістоприготування.

### Вплив цукрозамінників на мікробіологічні та біохімічні процеси

Мікробіологічні процеси - спиртове і молочнокисле бродіння, активність ферментів і т.д. - великою мірою визначають об'ємний вихід хліба, характер пористості його м'якушки, смак та аромат.

За 4 год бродіння кислотність тіста з цукром-піском збільшується на 1,3-1,5 град, з ССЦ - на 1,4-1,6 град, з КТ - на 1,6-1,7 град. Такі ж закономірності спостерігались при визначенні показників рН тіста.

При дослідженні швидкості дозрівання тіста визначали зміни ОВП та швидкості виділення діоксиду вуглецю (рис.1).

Встановлено, що швидкість газоутворення в тісті з цукрозамінниками вища, ніж в тісті без добавок та з цукром-піском і досягає свого максимуму на 20 хв раніше.

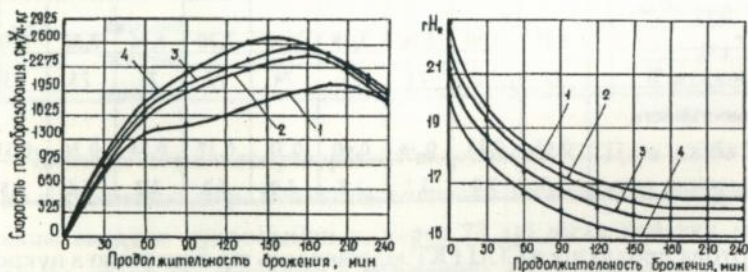


Рис. 1. Графіки зміни швидкості газоутворення (А) і ОВП(Б) в процесі бродіння тіста без добавок (1), з 5% цукрози (2), з еквівалентною кількістю ССЦ (3) і КТ (4).

З досягненням максимальних значень швидкість газоутворення корелює зміни ОВП, який в тісті з цукрозамінниками стабілізується в тих же проміжках часу.

Отже, одержані результати дозволяють стверджувати, що тісто дозріває з цукрозамінниками швидше, ніж з цукром.

Вивчення якісного та кількісного складів органічних кислот у тісті та хлібі показало, що на початку бродіння тіста з ССЦ і КТ вміст молочної кислоти майже не змінюється, а кількість суми яблучної та янтарної кислот зростає як в тісті з ССЦ (на 54,3%), так і в тісті з КТ (на 29,7%). Сума винної та лимонної кислот майже не змінюється в тісті з ССЦ, а в тісті з КТ зростає на 139% за рахунок лимонної кислоти, внесеної з цукрозамінником.

На кінець бродіння кількість молочної кислоти збільшується на 2,9% в тісті з ССЦ і на 5,9% в тісті з КТ, сума яблучної і янтарної кислот збільшується на 75,0 та 95,8%, а сума винної і лимонної - на 28,8 та 246,0% відповідно у порівнянні з тістом без добавок і з цукром-піском.

При дослідженні накопичення цукрів у бездріжджовому тісті виявлено, що в присутності ССЦ і КТ відбувається утворення додаткової кількості цукрів, яка з плином часу зростає. Через 3 год бродіння накопичення цукрів в тісті з ССЦ становило 2,43% СР, з КТ - 2,72 СР, з цукром - 2,13 СР і в тісті без добавок - 2,12% СР.

Одержані результати дозволяють обґрунтувати інтенсифікацію амілолізу в тісті. Очевидно, це відбувається внаслідок зниження рН тіста за рахунок внесення з цукрозамінниками значної кількості органічних кислот, які створюють оптимальні умови для дії  $\beta$ -амілази пшеничного борошна.

Споживання цукру в зброджуваному тісті з ССЦ і КТ відбувається більш інтенсивно, ніж в тісті з цукром, що корелює з інтенсифікацією процесу газоутворення у цьому тісті. Але незва-

жаючи на активне споживання цукрів, вміст їх у хлібі з ССЦ і КТ практично відповідає кількості цукрів у хлібі з цукром-піском.

Аналіз зміни кількісного складу фракцій азоту у процесі ферментації тіста показав, що протеоліз білків клейковини в зразках з цукрозамінниками відбувається активніше, ніж в контролях без добавок та з цукром на 3-6%, а накопичення водорозчинного азоту - на 9-14% (табл. 3).

3. Вміст азоту в фракціях білка тіста, % до СР

Зразки	Загальний вміст	Азот клейковини	Водорозчинний азот	"Проміжна" фракція
Контроль без добавок				
поч.	2,41	2,01	0,317	0,083
кін.	2,41	1,75	0,396	0,264
3 5% цукрози				
поч.	2,40	1,99	0,304	0,106
кін.	2,40	1,70	0,383	0,317
3 еквівалентною кількістю:				
ССЦ				
поч.	2,52	2,00	0,387	0,133
кін.	2,52	1,68	0,520	0,320
КТ				
поч.	2,55	2,00	0,343	0,207
кін.	2,55	1,63	0,477	0,450

Внесення з цукрозамінниками органічних кислот сприяє більш активній пептизації білкових речовин тіста, що сприяє інтенсифікації життєдіяльності бродильної мікрофлори.

Виявлена технологічна доцільність використання ССЦ для активації пресованих хлібопекарних дріжджів. При внесенні цукрозамінника в живильну суміш в кількості 0,5-1,0% до маси борошна, процес активації скорочується на 20 хв у порівнянні з внесенням цукру-піску.

### Зміни структурно-механічних властивостей тіста при використанні цукрозамінників.

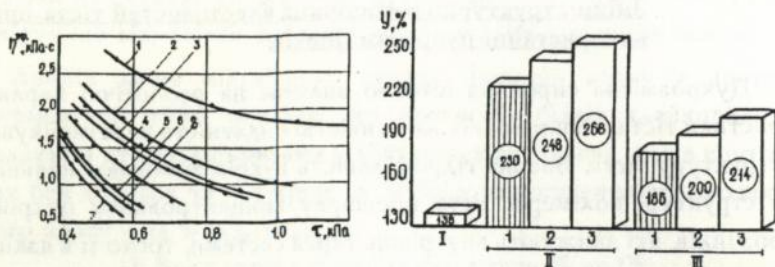
Цукровмісна сировина істотно впливає на реологічні характеристики тіста. Основною їх властивістю є здатність пластифікувати структуру тіста. Висока гідрофільність цукрів зумовлює наявність в структурі полімерів тіста прошарку концентрованих цукрових розчинів, які знижують внутрішню тертя системи, тобто її в'язкість.

Дані, одержані на фаринографі, дозволяють стверджувати, що вплив ССЦ і КТ на показники пружно-еластичних властивостей тіста подібні до впливу цукру, але ступінь його впливу відрізняється.

Явно, що як цукор, так і цукрозамінники знижують водопоглинальну здатність (ВПЗ) тіста по відношенню до зразка без добавок. Звертає на себе увагу така закономірність: ССЦ знижує ВПЗ тіста на 1-2% більше, ніж адекватна кількість цукру, а КТ, навпаки, - на 1-2% менше. Таке саме явище спостерігається при аналізі решти показників - вплив КТ "м'якше" впливу ССЦ, але загальний характер їх впливу аналогічний впливу цукру: час тістоутворення та розрідження в процесі замішування та вилежування проти контролю без добавок збільшувався, еластичність та стійкість тіста знижувались.

При вивченні зміни значень ефективної в'язкості при заміні цукру на ССЦ і КТ відзначено, що в'язкість тіста з цукрозамінниками знижується, причому в більшій мірі при використанні ССЦ (рис.2). Доречно підкреслити, що зниження в'язкості при заміні цукру незначне. Це зумовлює збільшення питомого об'єму тіста за менш короткий час, що дозволяє одержати готову продукцію з високим об'ємним виходом при скороченні періоду тістоприготування.

При вивченні впливу цукрозамінників на показники якості клейковини виявлено (табл. 4), що цукрозамінники, як і цукор,



Мал.2. Характеристики в'язко-пластичних властивостей тіста: А- графік зміни ефективної в'язкості через 30 хв після замішування(1,2,3,4) і 3 год ферментації(5,6,7,8); 1,5-без добавок, 2,6-з 5% цукру, з еквівалентною кількістю ССЦ (3,8) і КТ(4,7); Б - графік зміни питомого об'єму: (1- без добавок, II- з 5% цукру, III- з 10% цукру) тіста з цукром (1), з еквівалентною кількістю ССЦ (2) і КТ(3).

знижують вихід сирої клейковини, її гідратацію, поліпшують пружні властивості.

КТ на 2% більше, ніж ССЦ знижує вміст сухої клейковини в тісті, а ССЦ на 1,6% більше від КТ знижує її гідратацію. Це пояснюється, з одного боку, більш високою асоціативною (по відношенню до молекул води) здатністю цукрів ССЦ, а з другого - більшим вмістом органічних кислот в КТ.

#### 4. Показники якості клейковини

Зразки тіста	Кількість клейковини, %		Гідратація, %	Пружність, одиниці приладу	Розтягування, см	
	сирої	сухої				
Без добавок	поч.	31.8	10.6	200	72	17.0
	кін.	36.3	10.6	242	89	19.0
З 5% цукру-	поч.	29.9	10.5	185	63	14.5
	кін.	30.9	10.3	200	75	17.5
З еквівалентною кількістю:						
ССЦ	поч.	28.9	10.5	175	60	13.0
	кін.	29.0	10.0	190	71	16.0

Зразки тіста	Кількість клейковини, %		Гідратція, %	Пружність, одиниці приладу	Розтягування, см	
	сирої	сухої				
КТ	поч.	29.2	10.5	178	61	13.5
	кін.	29.0	9.9	193	73	16.5
З 10% цукрози	поч.	27.7	10.1	174	56	13.0
	кін.					
З еквівалентною кількістю:						
ССЦ	поч.	27.2	10.2	167	52	11.0
	кін.	26.7	9.5	181	68	14.0
КТ	поч.	26.9	10.0	169	54	12.0
	кін.	26.3	9.3	183	70	15.0

Для теоретичного обґрунтування зміцнюючої дії цукру, ССЦ та КТ на клейковину тіста вивчали їх вплив на співвідношення компонентів клейковинних білків: гліадіну і глютеніну (Глі : Глу)(табл. 5).

#### 5. Вміст білкових компонентів в бездріжджовому тісті, % до маси тіста

Зразки тіста		Гліадін	Глутенін	Глі : Глу
Без добавок	поч.	4,69	4,57	1,03
	кін.	5,80	2,78	2,08
З 10% цукрози	поч.	3,77	4,89	0,77
	кін.	4,66	2,68	1,74
З еквівалентною кількістю:				
ССЦ	поч.	3,58	4,90	0,73
	кін.	4,45	2,66	1,67
КТ	поч.	3,65	4,86	0,75
	кін.	4,55	2,68	1,70
З 0,3% лимонної кислоти	поч.	3,08	4,52	0,68
	кін.	3,96	2,57	1,54

Одержані результати дозволяють стверджувати, що внесення в тісто цукру або цукрозамінників приводить до зменшення співвідношення Глі : Глу в тісті з цукром на 16,3%, з ССЦ - на 19,7%, з КТ - на 18,3%, що вказує на збільшення глютенінового компонента в білках клейковини.

Аналогічно впливає на співвідношення Глі : Глу внесення лимонної кислоти, причому цей вплив найбільш вагомий - на 26% зменшується відносно контролю без добавок.

Таким чином, більш значний, ніж цукру-піску, зміцнюючий вплив ССЦ і КТ на клейковину тіста пов'язаний з пептизуючою дією органічних кислот цукрозамінників на клейковинні білки і, особливо, на гліадін, що зумовлює більш високий вміст в клейковині глютеніну.

На нашу думку, зміцнення клейковини може бути пов'язане не тільки зі зміною співвідношення білкових компонентів клейковини, а й з утворенням білок-моносахаридних комплексів.

#### Харчова та споживна цінність хлібобулочних виробів з цукрозамінниками.

Аналіз хліба з цукрозамінниками показав, що деформаційні і гідрофільні властивості його м'якушки вищі, ніж м'якушки хліба з цукром.

Питома набрякливість м'якушки дослідних зразків через 3 год після випікання перевищувала контроль на 1,3-2,8% при заміні 5% цукру і на 2,8-3,4% при заміні 10% цукру. Через 24 год зниження набрякливості складало: при заміні 5% цукру 6,8-5,7% у відношенні до початкового, при заміні 10% цукру - 5,7-5,5% у ССЦ і КТ відповідно.

Таким чином, протягом першої доби втрата гідрофільності м'якушки в зразках з цукрозамінниками уповільнюється.

Збільшення гідратації м'якушки при заміні цукру зумовлене більш високими гідрофільними властивостями цукрів ССЦ і КТ в порівнянні з цукрозою та поліпшенням структури пористості м'якушки, а також можливим утворенням комплексів між моносахаридами і білками клейковини.

В хлібі з ССЦ і КТ в порівнянні з хлібом, який містить цукор, збільшується частка урівноваженої вологи на 10-14% і менш міцно зв'язаної вологи на 4-7%.

Отже, ССЦ і КТ більше впливають на уповільнення черствіння хліба, ніж цукор.

При дослідженні впливу цукрозамінників на ароматичні властивості хліба виявлено, що більш активний перебіг спиртового бродіння в тісті з ССЦ і КТ сприяє збільшенню вмісту в готових виробах етанолу, який має високий коефіцієнт ароматичності і є основною ароматичною сполукою хліба.

При використанні цукру вміст спирту в хлібі збільшується на 45,5%, ССЦ - на 68,2, КТ - на 59,1%. Цукрозамінники в порівнянні з цукром сприяють більш активному (на 12,4-23,5%) створенню біосульфїтзв'язуючих сполук в тісті. Вміст цих речовин в м'якушці хліба збільшується при використанні ССЦ на 35,9%, КТ - на 16,7%.

Досліджували податливість білків і вуглеводів м'якушки хліба з цукрозамінниками дії ферментів шлунково-кишкового тракту (ШКТ)(рис. 3).

Аналіз одержаних результатів дозволяє стверджувати, що білки і вуглеводи хліба з цукрозамінниками відрізняються більш низькою біодоступністю для ферментів ШКТ, ніж білки і вуглеводи хліба без добавок та хліба з цукром. Ступінь гідролізу білкових речовин хліба з ССЦ і КТ пепсином і трипсином в цілому знижується на 29,6-34,7% в порівнянні з рівнем гідролізу білків хліба без добавок і на 15,7-21,9% в порівнянні з білками хліба, який містить цукрозу.

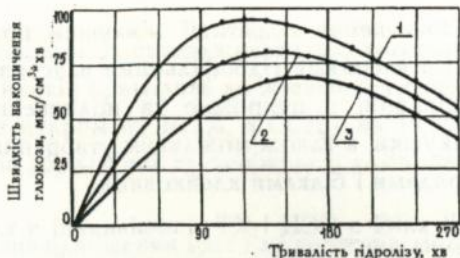
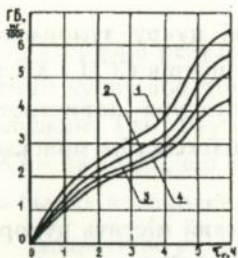


Рис. 3. Графіки накопичення продуктів гідролізу білка хліба (А) і швидкості накопичення глюкози в процесі гідролізу вуглеводів м'якушки (Б) - в умовах *in vitro*: 1- без добавок, 2 - з 10% цукру, 3,4 - з еквівалентною кількістю ССЦ(3) і КТ(4).

Дослідження процесу гідролізу вуглеводів хліба амілазами ШКТ підтверджує, що процес розщеплення вуглеводів хліба з ССЦ і КТ відбувається повільніше, ніж з цукром, а ступінь гідролізу вуглеводів дослідних зразків становить лише 69,1-85,0% від контрольного.

Величина максимальної швидкості процесу накопичення глюкози при гідролізі вуглеводів м'якушки хліба з ССЦ і КТ нижча на 16-31%(рис. 3,Б). При цьому збільшується перехід від початку процесу до досягнення максимуму, що є важливим позитивним фактором у регулюванні рівня глікемії.

Одержані дані свідчать що ССЦ і КТ справляють менше вуглеводне навантаження на організм людини, ніж цукор, а податливість білків, нижча, мабуть, внаслідок утворення білок-моносахаридних або інших комплексів.

В результаті проведених досліджень розроблено чотири нові булочні вироби лікувально-профілактичного призначення з КТ, на які затверджена необхідна нормативно-технічна документація.

Рецептури нових виробів оптимізовані з використанням класу задач "склад-властивості". Графічна інтерпретація результатів моделювання має вигляд ізоліній на трикутнику, що дозволяє оперативно вибрати відповідний склад рецептури для забезпечення необхідного значення вихідної змінної.

6. Хімічний склад та енергетична цінність виробів з ССЦ і КТ

Складові частини, в 100г хліба	Х л і б		
	з цукром	з ССЦ	з КТ
Вуглеводи загальні, %	50,85	50,53	45,2
Моно- і дісахариди, %	3,95	3,93	2,9
Клітковина, %	0,18	0,18	0,10
Інулін, %	-	-	1,1
Жири, %	0,97	0,96	2,6
Мінеральні речовини, мг:			
K	131	136	204
Na	417	429	388
Mg	31	32	18
Ca	20	21	40
P	86	88	120
Fe	1,5	1,6	0,5
Вітаміни, мг, %			
B <sub>1</sub>	0,16	0,17	0,13
B <sub>2</sub>	0,06	0,07	0,18
PP	1,64	1,73	1,10
Білки, %	7,69	7,74	8,6
Енергетична цінність 100г, кДж	969	964	956
Кількість хліба, що задовольняє 10% добової потреби в енергії (1255 кДж), г	129	130	131

Розроблені технологічні рекомендації по заміні цукру на ССЦ в існуючих сортах булочних виробів.

Як показав розрахунок хімічного складу виробів з цукрозамінниками (табл. 6), ССЦ і КТ сприяють підвищенню харчової цінності хліба. Вони мають майже таку саму енергетичну цінність, як і вироби з цукром.

Вироби пройшли апробацію на хворих на цукровий діабет і рекомендовані в дієтотерапії цієї хвороби.

Умовний економічний ефект від результатів упровадження в стабільних цінах 1990 р. становить 2 крб. 50 коп. на одну тунну готової продукції.

## ВИСНОВКИ

На основі всесторонніх досліджень хімічного складу, технологічних і фізіологічних властивостей ССЦ і КТ можна зробити висновок, що ці продукти являють собою ефективні замітники цукру в технології хлібопечення. Їх використання дозволяє інтенсифікувати життєдіяльність бродильної мікрофлори, активізувати біохімічні трансформації, що сприяє підвищенню якості готової продукції.

Медико-біологічні дослідження, визначення ступеня гідролізу білків і вуглеводів м'якушки ферментами ШКТ, дані вивчення комплексоутворюючої здатності хліба з цукрозамінниками підтверджують його лікувально-профілактичні властивості. "Дієтичний" склад цукрів КТ дає можливість віднести нові вироби з цим продуктом до групи діабетичних.

На підставі виконаних досліджень зроблені наступні висновки та рекомендації.

1. В ССЦ міститься 65-68%, а в КТ - 42-45% цукрів. Це дозволяє замінювати цукор-пісок цукрозамінниками в технологіях хлібобулочних виробів.

2. Технологічна роль цукрозамінників аналогічна технологічній ролі цукру, але наявність в їх складі біологічно активних речовин (амінокислот, вітамінів, мінеральних елементів, органічних кислот) комплексно впливає на мікрофлору та активність ферментів тіста, що сприяє інтенсифікації в ньому процесу газоутворення і більш високій якості хліба.

Ефективне використання цукрозамінників при активації пресованих дріжджів в кількості 0,5-1,5% до маси борошна.

3. ССЦ і КТ впливають на білкові компоненти тіста, змінюючи співвідношення компонентів клейковини в бік збільшення вмісту глютенінів, які зумовлюють більш високі фізичні властивості клейковини в тісті з цукрозамінниками.

4. ССЦ і КТ є більш ефективними ароматоутворювачами, ніж цукроза, і більшою мірою затримують черствіння хліба.

5. Використання цукрозамінників уповільнює гідроліз вуглеводів м'якушки ферментами ШКТ, що передбачає зниження вуглеводного навантаження на організм людини.

ССЦ має комплексоутворюючу здатність щодо радіонуклідів і надає хлібу властивість знижувати рівень внутрішнього випромінювання.

6. Розроблені і затверджені "Технологічні рекомендації по використанню ССЦ і КТ в хлібопеченні".

7. На основі методології експериментально-статистичного моделювання оптимізовані рецептури чотирьох нових булочних виробів дієтичного призначення, які містять КТ.

8. Умовна економічна ефективність від використання результатів роботи в стабільних цінах 1990 р. складає 2,50 крб/т хліба.

#### Список робіт, надрукованих з теми дисертації.

1. Доценко В.Ф., Любенко С.Г., Дробот В.І. Замінники цукру в булочках. - Харчова і переробна промисловість, 1994, №3, с. 23-24.

2. Доценко В.Ф., Любенко С.Г. Малько А.А. Поиск компромиссного решения при моделировании процесса активации хлебопекарных дрожжей сиропом из сорго. - Деп. в ГНТБ Украины, 1993, № 1044-Ук 93. - 9 с.

3. Доценко В.Ф., Любенко С.Г. Синтетические и натуральные подсластители. - Деп. в УкрНИИНТИ, 1991, № 1583 - Ук91. - 17 с.

4. Эффективность применения экстракта солодкового корня в хлебопечении /В.Ф.Доценко, С.Г.Любенко, Т.И.Ищенко, А.А. Герасименко. -Деп. в УкрНИИНТИ, 1992, №15 -Ук92. -14 с.

5. Лечебно-профилактические сорта хлеба /В.Ф.Доценко, С.Г.Любенко, Н.В.Ремесло и др. -В кн.: "Топинамбур и тописолнечник - проблемы возделывания и использования": Межрег. науч.-произв. конф.; Тез. докл. -Воронеж, 1992, с.15.

6. Любенко С.Г., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф. Вплив цукрозамінників на бродильну активність дріжджів та реологічні властивості тіста. -В кн.:Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну промисловості": Міжн. наук.-техн. конф. -К., 1993, с. 298.

7. Адгезія тіста з цукрозамінниками /С.Г.Любенко, О.Б.Шидловська, Т.В.Мірошніченко, В.Ф.Доценко. -В кн.:Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну промисловості": Міжн. наук.-тезн. конф. -К., 1993, с. 306.

8. Математическое моделирование процесса аактивации прессованных хлебопекарных дрожжей /В.Ф.Доценко, В.А.Хрудьба, С.Г.Любенко, Н.А.Перегида. -В кн.: "Математические методы в химии": Всерос. науч.-техн. конф.; Тез. докл. -Тула, 1993, с. 123.

9. Доценко В.Ф., Любенко С.Г., Дробот В.И. Использование сахарозаменителей в производстве диетических сортов хлеба. -В кн.: "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности": Науч. конф.; Тез. докл. -М.,1991, с. 41-42.

10. Доценко В.Ф., Любенко С.Г., Дробот В.И. Новые натуральные подслащивающие вещества. -В кн.: "Итоги и перспективы использования природных и синтетических высокомолекулярных соединений в производстве пищи": Всес. науч.-техн. конф.; Тез. докл. -Суздаль, 1991, с. 67.

11. Доценко В.Ф., Любенко С.Г., Дробот В.И. Природные заменители сахарозы. - В кн.: "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли": Респ. науч.-техн. конф.; Тез. докл. -К., 1991, с. 216.

12. Доценко В.Ф., Любенко С.Г., Устинов Ю.В. Влияние сахарозаменителей углеводной природы на свойства клейковины и теста. - В кн.: "Хлебопродукты - 94": Перв. национ. науч.-практич. конф.; Тез. докл. -Одесса, 1994, с. 101.

13. Доценко В.Ф., Перегуда М.А., Любенко С.Г. Замінники цукру та їх використання. - В кн.: " Хлебопродукты - 94": Перв. национ. науч.-практич. конф.; Тез. докл. -Одесса, 1994, с. 122.

14. Доценко В.Ф., Перегуда Н.А., Любенко С.Г. Теория и практика использования сахарозаменителей. - В кн.: "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин": Міжн. наук.-техн. конф.; Тез. допов. (19-20 жовтня 1994р.). -Київ, 1994, с. 87.

15. Положительное решение ВНИИГПЭ по Заявке № 5015928/13 от 11.09.92 г. Способ производства диетического пшеничного хлеба /В.Ф.Доценко, С.Г.Любенко, В.И.Дробот, Л.Ю.Арсеньева.

16. Заявка на выдачу патента Украины № ВБ307067/4 (3001) от 26.11.1993г. Способ производства диетического пшеничного хлеба /В.Ф.Доценко, С.Г.Любенко, Н.В.Ремесло и др.

17. Заявка на выдачу патента Украины № ВБ306957(4) (2921) от 19.11.1993г. Способ производства пшеничного хлеба /В.Ф.Доценко, С.Г.Любенко, А.А.Герасименко и др.

Любенко С.Г. Разработка технологии хлебобулочных изделий лечебно- профилактического назначения с применением сахарозаменителей растительного происхождения.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 - технология хлебопекарных,

макаронных и кондитерских продуктов, Украинский гос. университет пищевых техн-й, Киев, 1994.

Защищается 14 научных работ, 1 положительное решение на изобретение и 2 заявки на выдачу патентов Украины, которые содержат теоретические исследования возможности замены сахарозы в хлебулочных изделиях сиропом из сорго сахарного (ССС) и концентратом из топинамбура (КТ), а также результаты экспериментальных исследований. Установлено, что СССР и КТ являются полноценными заменителями сахарозы, позволяющие улучшить качество хлебулочных изделий. Медико-биологические исследования свидетельствуют о лечебно-профилактических свойствах хлеба с сахарозаменителями. Осуществлено промышленное внедрение разработанных булочных изделий с КТ, разработаны и утверждены рекомендации по использованию СССР и КТ в хлебопечении.

Ключевые слова:

мука, тесто, сахарозаменители, брожение, клейковина, концентрат из топинамбура, сироп из сорго сахарного

Sergey G. Lyubenko.

Technology developments of bread products of medical and preventive effect with sugar substitutes of vegetative origin.

The thesis competing for Philosophical Degree, speciality 05.18.01 - technology of breadmaking, macaroni and confectionary, Ukrainian State University of food technology, Kiev, 1994.

It is defended 14 scientific works, 1 positive decision for invention and 2 applications for granting patents of Ukraine which contain theoretical investigation results of the possible saccharose substitution in bread products for syrop made of sugar sorgo (SSS) and for the concentrate of herusalem artichoke (HAC) and experimental investigation results as well.

SSS and HAC have been stated as substitutes keeping all the values of saccharose and promoting the quality improvement of the bread products. Medical and biological investigation shows a medical and preventive effect of the bread containing sygar substitutes.

The bread products under this offer put into manufacture and recommendations how the SSS and HAS should be used, are approved.

The Key Words:

frou, dough, sygar substitutes, fermentation, gluten, herusalem artichoke concentrate, sugar sorgo syrop.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hend', written in a cursive style with a long, sweeping flourish extending upwards and to the right.



Підписано до друку 20.10.94 р. формат 60x84/16  
Папір офсетний. Умов друк. а. 1,5 Тираж 50 прим. Зак. № 1615

---

Надруковано у друкарні Київського політехнічного інституту,  
м. Київ, пр. Перемоги 37

455920

123130  
**AB 31.185**