



Бондаренко Юлія Вікторівна

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУЛОЧНИХ
ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
ЦУКРОВМІСНОЇ СИРОВИНИ**

Науковий керівник

Дробот Віра Іванівна,

доктор технічних наук, професор,

член-кореспондент УААН

ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ

- Визначити хімічний склад та технологічні властивості глюкозно-фруктозного сиропу та мальтозної патоки.
- Встановити ефективність використання глюкозно-фруктозного сиропу та мальтозної патоки у виробництві булочних виробів та їх оптимальне дозування.
- Встановити перспективність використання у виробництві булочних виробів мальтозної патоки, порівняно з карамельною.
- Дослідити та встановити раціональні способи приготування тіста з використанням цукровмісної сировини.
- Оптимізувати основні технологічні параметри виробництва булочних виробів з використанням глюкозно-фруктозного сиропу та мальтозної патоки.
- Визначити вплив глюкозно-фруктозного сиропу та мальтозної патоки на біохімічні і мікробіологічні процеси в тісті.
- Встановити можливість застосування цукровмісної сировини для активації дріжджів.
- Дослідити вплив глюкозно-фруктозного сиропу та мальтозної патоки на структурно-механічні властивості тіста.
- Визначити вплив глюкозно-фруктозного сиропу та мальтозної патоки на споживчу та харчову цінність виробів.
- На основі проведених досліджень удосконалити технологію булочних виробів, розробити та затвердити нормативну документацію на нові види виробів з цукровмісною сировиною, провести їх промислову апробацію.

Показники якості глюкозно - фруктозного сиропу та мальтозної патоки

Показники	ГФС	МП
Органолептичні показники		
Зовнішній вигляд	Однорідна в'язка рідина	
Смак	Солодкий смак, без стороннього присмаку	
Запах	Без запаху	
Колір	Безкольоровий	Безкольоровий або слабо забарвлений в жовтий
Фізико-хімічні показники		
“Видима” масова частка сухих речовин, %	70,4	78,0
“Істинна” масова частка сухих речовин, %	71,8	79,4
Масова частка глюкози, %	52,0	6,83
Масова частка фруктози, %	42,0	-
Масова частка мальтози, %	3,0	43,0
Масова частка мальтотріози, %	2,0	18,76
Масова частка вищих цукрів, %	1,0	31,4
Масова частка золи, %	0,02	0,08
Мінеральні речовини, мг/100г		
S	74,8	31,8
Cl	42,8	8,2
K	12,6	6,4
Ca	12,3	37,3
Fe	4,8	2,6
Zn	1,2	0,23
Масова частка білка, %	0,09	0,03
Кислотність, мл (0,1н NaOH)/100г СР	2,8	2,2
pH	3,6	4,6

Порівняльна оцінка впливу цукру, глюкозно-фруктозного сиропу та мальтозної патоки на показники якості тіста і готових виробів

ПОКАЗНИКИ	Внесено цукру, ГФС та МП (за сухими речовинами) % до маси борошна											
	2			4			6			8		
	Цукор	ГФС	МП	Цукор	ГФС	МП	Цукор	ГФС	МП	Цукор	ГФС	МП
ТІСТО												
Вологість, %	42,0	42,0	42,0	42,0	42,1	42,0	42,1	42,0	42,0	42,1	42,2	42,1
Тривалість бродіння, хв.	170											
Кінцева кислотність, град.	2,3	2,3	2,2	2,4	2,4	2,3	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,4
pH	5,79	5,78	5,92	5,72	5,70	5,88	5,65	5,64	5,84	5,58	5,56	5,78
Тривалість вистоювання, хв.	54	63	51	60	70	52	33	47	52	33	40	54
Газоутворення за час бродіння і вистоювання, см³/100 г	1294	1256	1188	1432	1344	1228	1784	1568	1463	1858	1728	1468
Розпливання тіста за час бродіння, %	172	179	177	175	184	181	179	189	186	190	201	198
Газоутримувальна здатність тіста, см³/г	2,30	2,36	2,76	2,51	2,58	2,90	2,62	2,67	2,82	2,64	2,70	2,70
ГОТОВІ ВИРОБИ												
Питомий об'єм, см³/г	3,04	3,15	2,94	3,06	3,15	2,96	3,10	3,16	3,05	3,17	3,19	3,07
Формостійкість, Н/D	0,44	0,43	0,44	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,40	0,40	0,34
Пористість, %	77	78	77	77	78	77	78	78	77	79	79	78
Кислотність, град.	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2
Стан поверхні та забарвлення	Гладка без тріщин та підривів											
	Від золотистого до золотисто-коричневого											
Колір м'якушки	Світлий											
Структура пористості	Рівномірна, середня, тонкостінна											
Смак і аромат	Притаманний булочним виробам											

Показники технологічного процесу та якості виробів з глюкозно-фруктозним сиропом за різних способів приготування тіста

Показники	Спосіб приготування тіста				
	Безопарний	Опарний	Безопарний прискорений	На дисперго- ваній фазі	Холодна технологія
ТІСТО					
Тривалість бродіння, хв.	170	60	60	60	20
Тривалість вистоювання, хв.	84	58	66	59	54
Газоутворення за період бродіння та вистоювання, см ³ /100 г тіста	810	505	512	510	480
Газоутримувальна здатність, см ³ /г	2,86	3,08	2,88	2,96	2,86
Розпливання кульки тіста, мм	87,5	96,0	90,0	93,0	87,5
ГОТОВІ ВИРОБИ					
Питомий об'єм, см ³ /г	3,1	3,72	3,4	3,6	3,3
Формостійкість, Н/Д	0,37	0,45	0,38	0,46	0,40
Пористість, %	78	80	78	79	78

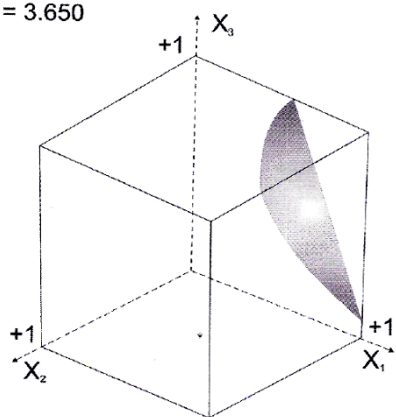
Показники технологічного процесу та якості виробів з мальтозною патокою за різних способів приготування тіста

Показники	Спосіб приготування тіста				
	Безопарний	Опарний	Безопарний прискорений	На дисперго- ваній фаза	Холодна технологія
ТІСТО					
Тривалість бродіння, хв.	170	60	60	60	20
Тривалість вистоювання, хв.	78	76	75	80	76
Газоутворення за період бродіння та вистоювання, см ³ /100 г тіста	630	330	325	300	275
Газоутримувальна здатність, см ³ /г	2,86	3,02	2,93	2,70	2,72
Розпливання кульки тіста, мм	90,5	94,0	96,0	83,0	74,0
ГОТОВІ ВИРОБИ					
Питомий об'єм, см ³ /г	3,32	3,66	3,52	3,36	3,30
Формостійкість, Н/Д	0,38	0,44	0,46	0,43	0,50
Пористість, %	77	79	79	77	77

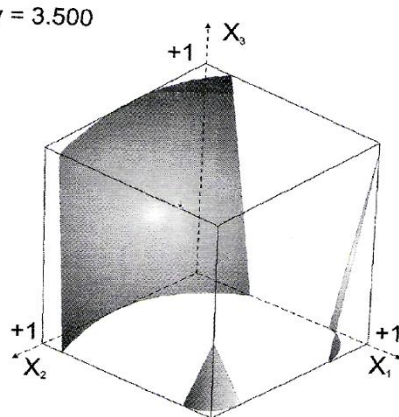
Рівняння регресії для виробів з глюкозно-фруктозним сиропом

$$Y_1 = 3,667886 + 0,03576 \cdot X_1 + 0,03557 \cdot X_2 + 0,02059 \cdot X_3 - 0,014054 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,018750 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,008069 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,14830 \cdot X_1^2 - 0,085895 \cdot X_2^2 + 0,006767 \cdot X_3^2$$

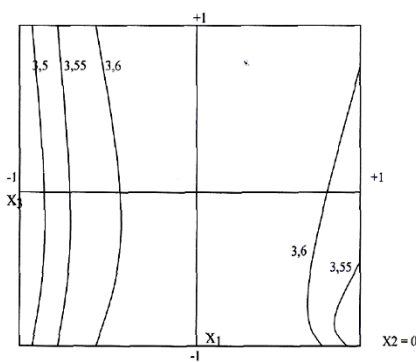
y = 3.650



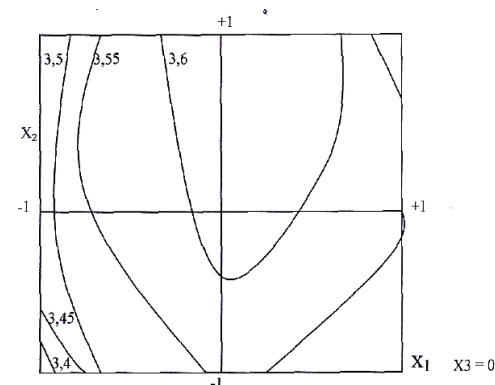
y = 3.500



Ізоповерхні відгуку питомого об'єму хліба



а



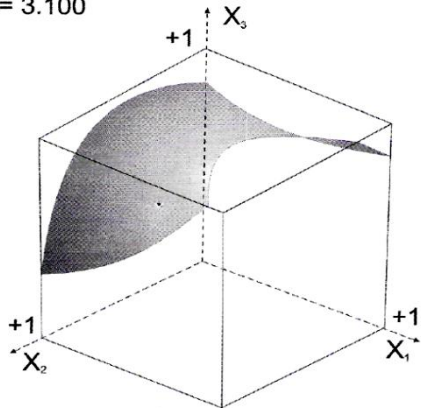
б

Ізолії питомого об'єму хліба при стабілізації оптимального значення X2 (а) та X3 (б)

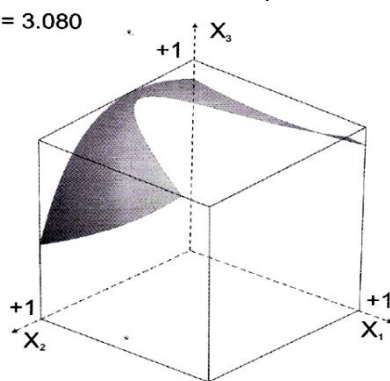
Рівняння регресії для виробів з мальтозною патокою

$$Y_2 = 3,180076 + 0,017993 \cdot X_1 - 0,009008 \cdot X_2 - 0,041250 \cdot X_3 + 0,026240 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,013750 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,001250 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,014887 \cdot X_1^2 - 0,050111 \cdot X_2^2 - 0,048599 \cdot X_3^2$$

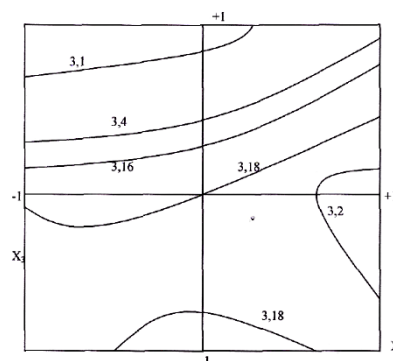
y = 3.100



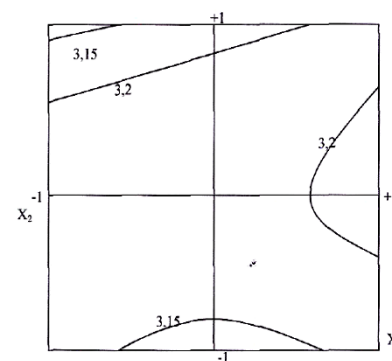
y = 3.080



Ізоповерхні відгуку питомого об'єму хліба

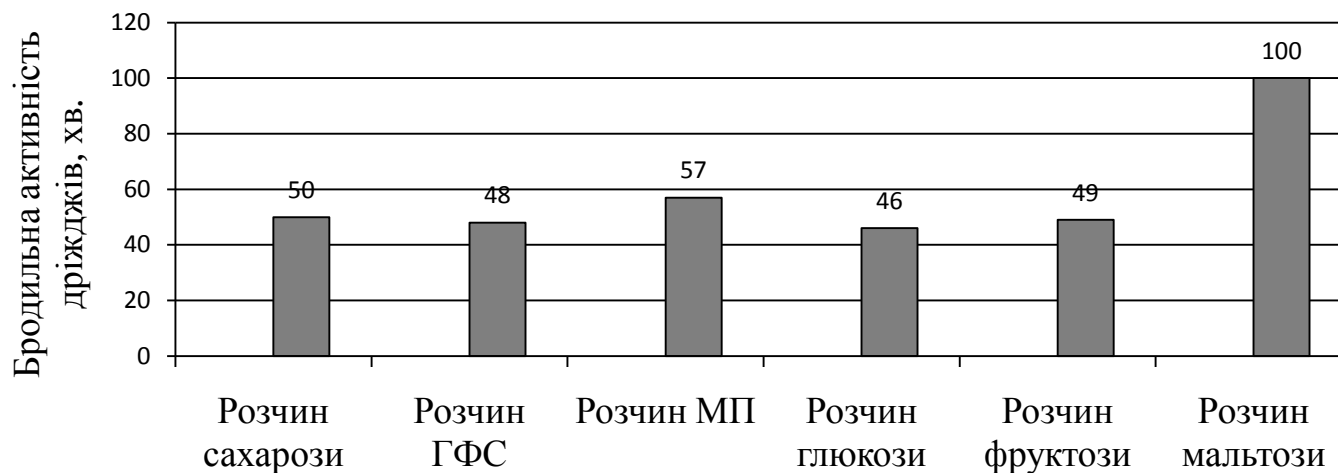


а

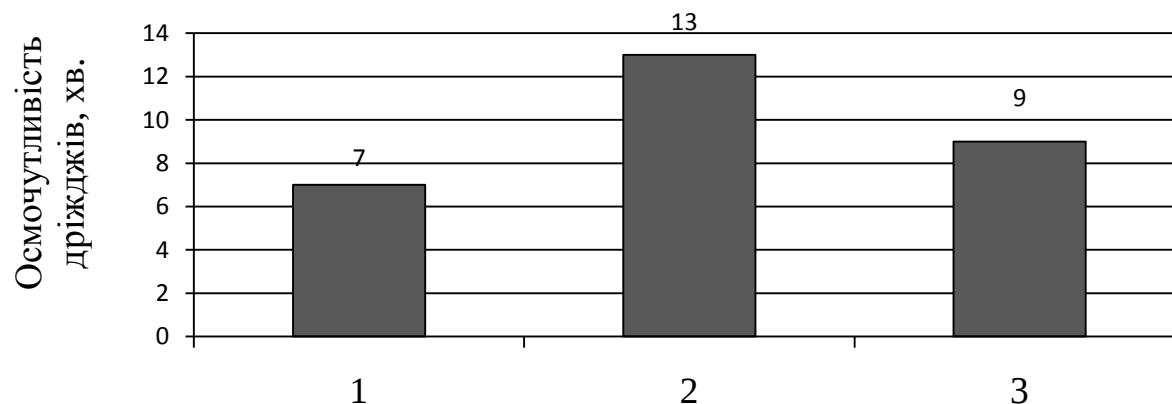


б

Ізолії питомого об'єму хліба при стабілізації оптимального значення X2 (а) та X3 (б)

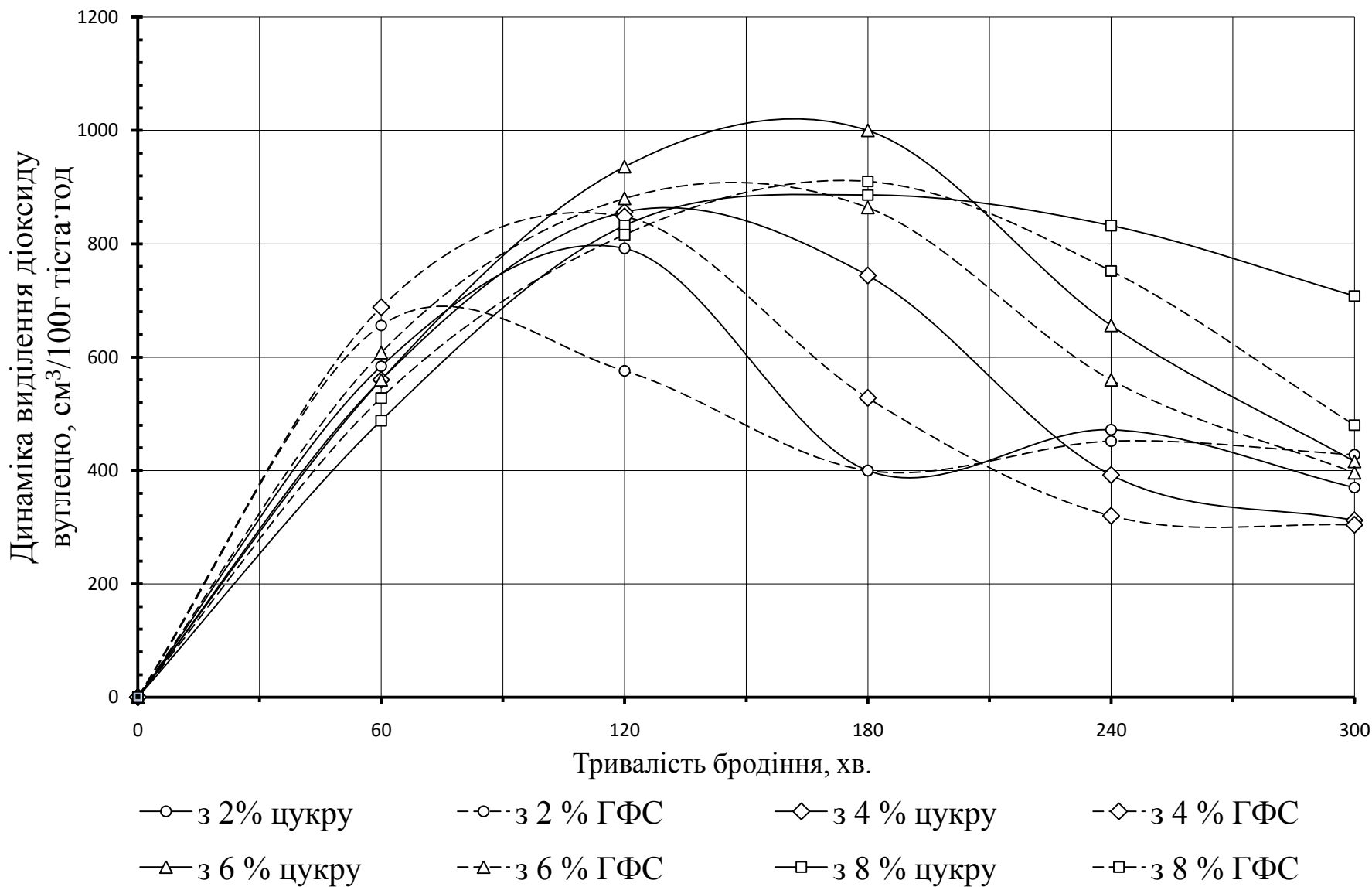


Бродильна активність дріжджів у розчинах цукрів та цукровмісної сировини

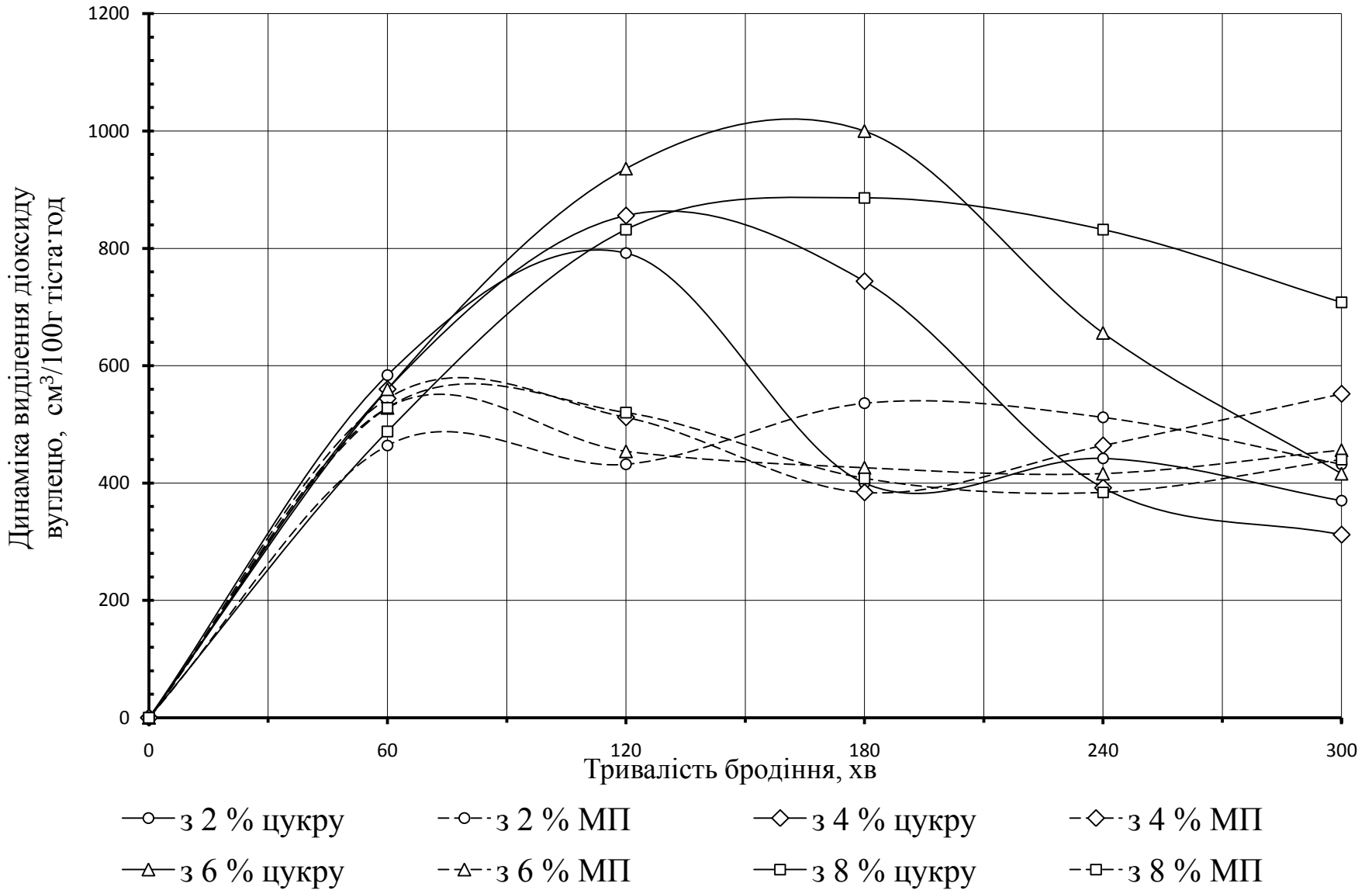


Осмочутливість дріжджів у розчинах з цукром та цукровмісною сировиною

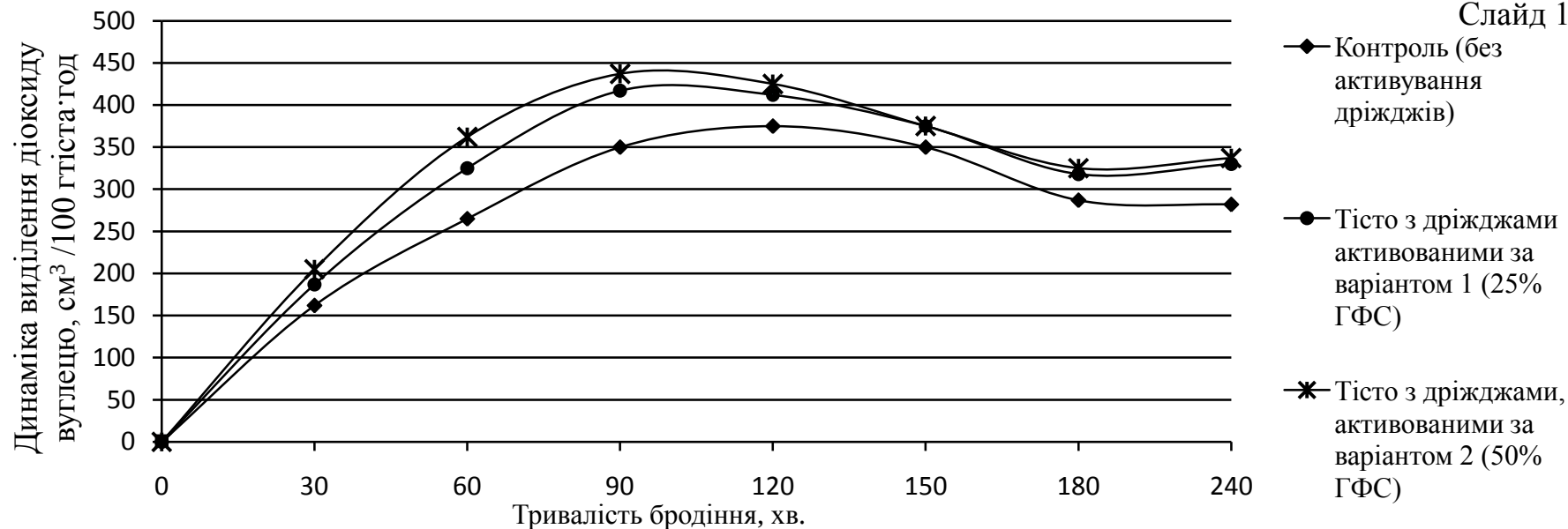
1 – тісто з цукром, 2 – тісто з ГФС, 3 – тісто з МП



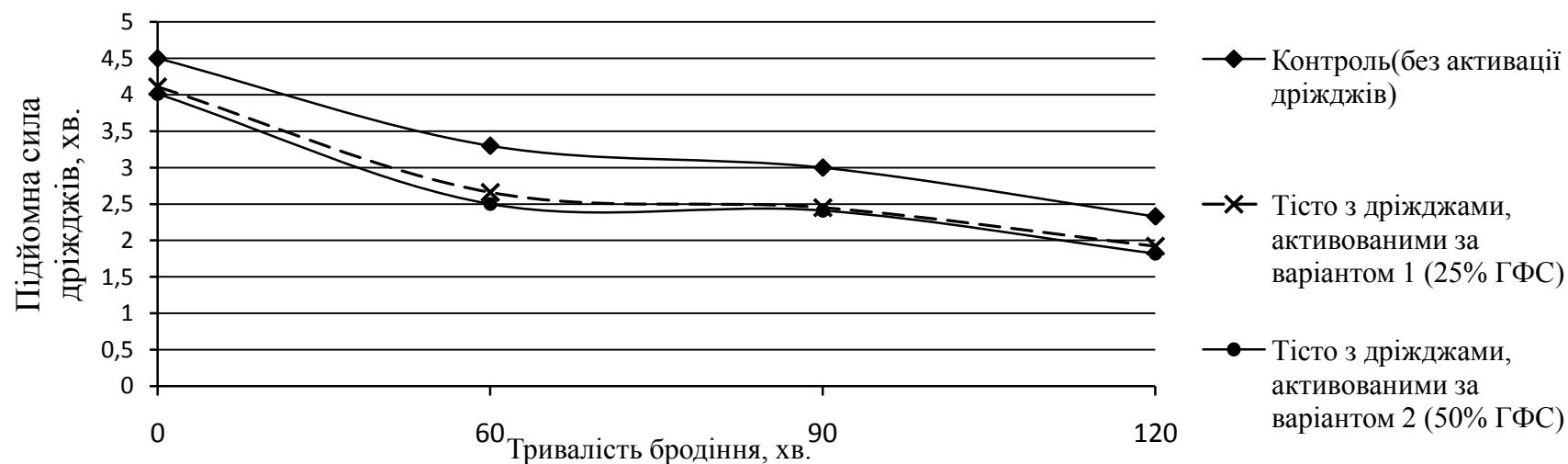
Динаміка накопичення діоксиду вуглецю в тісті з цукром та глюкозно-фруктозним сиропом



**Динаміка накопичення діоксиду вуглецю в тісті з цукром та
мальтозною патокою**



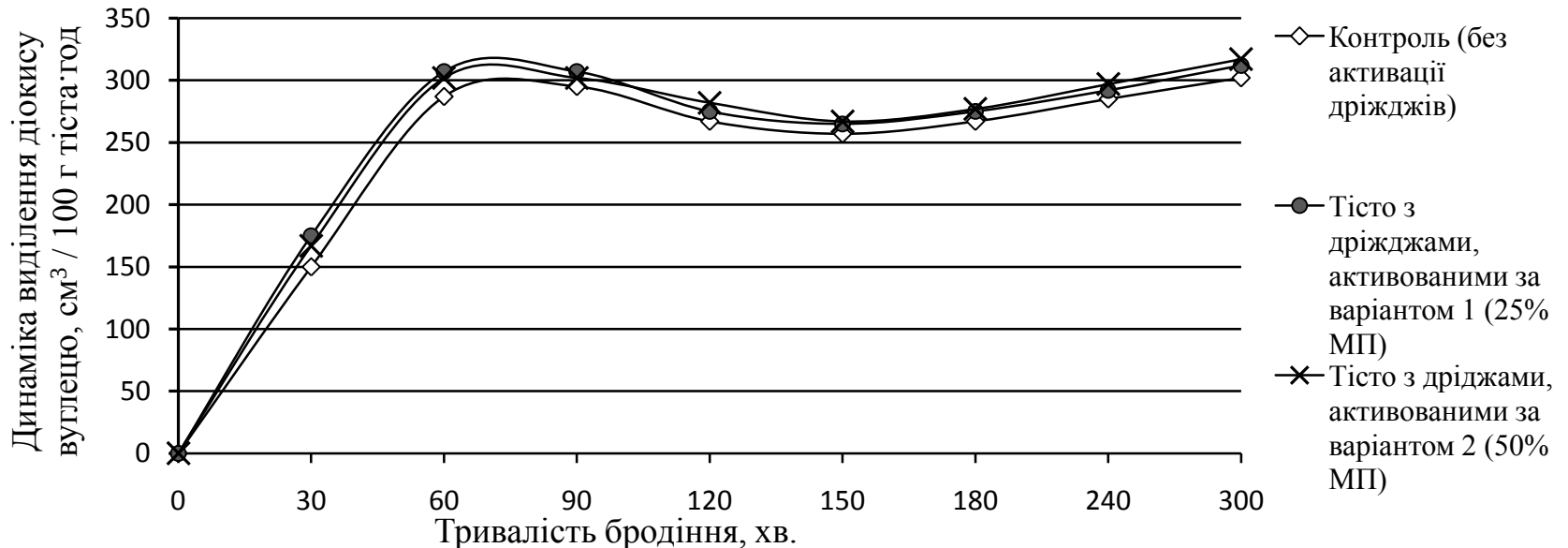
Інтенсивність бродіння тіста при активації дріжджів у поживному середовищі з внесенням глюкозно-фруктозного сиропу



Підйомна сила тіста при активації дріжджів у поживному середовищі з внесенням глюкозно-фруктозного сиропу

Показники якості хліба в разі активації дріжджів у поживному середовищі із внесенням ГФС

Показники	Контроль (без активації дріжджів)	З активацією дріжджів за першим варіантом	З активацією дріжджів за другим варіантом
Питомий об'єм виробів, см ³ /г	3,10	3,33	3,40
Формостійкість	0,40	0,42	0,41
Пористість, %	78	79	79
Стан поверхні	Гладка без тріщин та підривів		
Забарвлення	Золотисте		
Колір м'якушки	Світлий		
Структура пористості	Рівномірна, середня, тонкостінна		
Смак і аромат	Притаманний хлібобулочним виробам		



Інтенсивність бродіння тіста при активації дріжджів у поживному середовищі з внесенням мальтозною патокою

Вміст нелетких органічних кислот в тісті з цукром та цукровмісною сировиною, мг на 100 г продукту

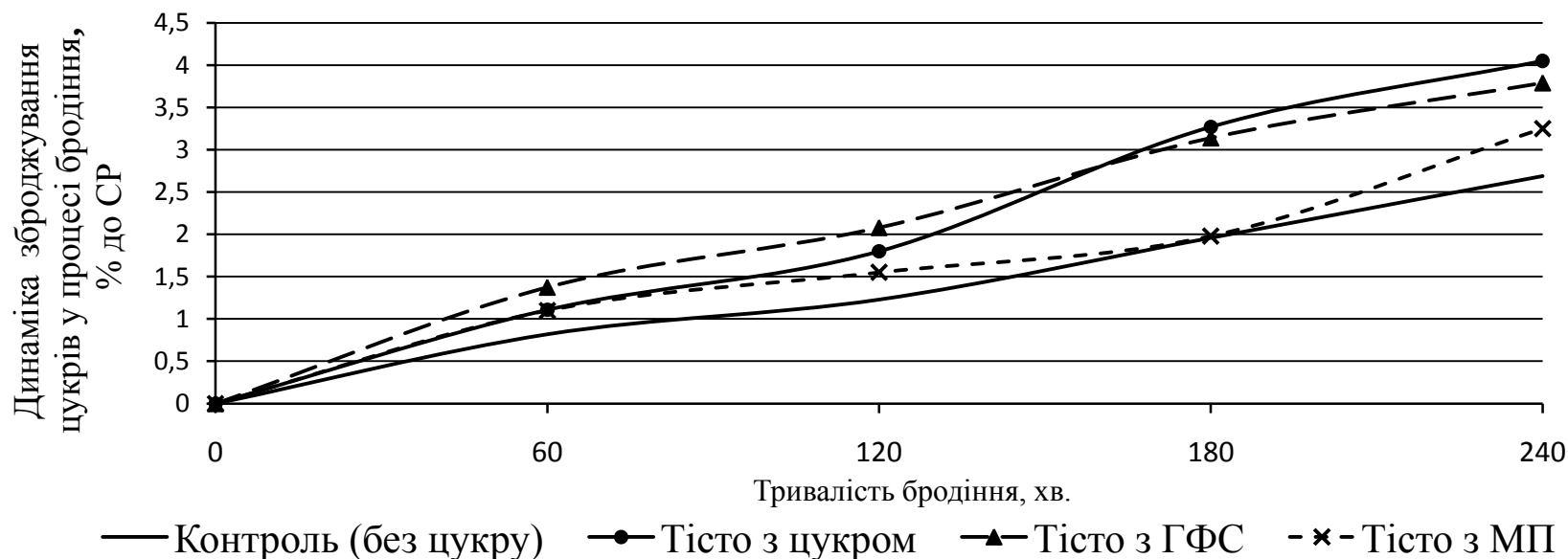
Показник	Цукор	ГФС	МП
	Внесено 4 % (за сухими речовинами) до маси борошна		
Тісто після замісу			
Молочна кислота	90	89,0	89,4
Сума яблучної і бурштинової кислот	15,5	16,6	16,1
Сума лимонної і винної кислот	11,0	10,8	11,1
Тісто через 3 год. бродіння			
Молочна кислота	129	124,6	123
Сума яблучної і бурштинової кислот	18,6	22,5	21,8
Сума лимонної і винної кислот	24,2	25,4	26,8
Готові вироби			
Молочна кислота	118	114,5	113
Сума яблучної і бурштинової кислот	16,8	19,8	19,5
Сума лимонної і винної кислот	20,7	21,5	22,7

Показники амілограм крохмальних суспензій борошна з цукром та цукровмісною сировиною

Показники	Контроль (без цукру)	Внесено % (за сухими речовинами) до маси борошна					
		4			8		
		Цукор	ГФС	МП	Цукор	ГФС	МП
Максимальна в'язкість суспензії, од. прил.	155	128	121	123	122	115	117
Температура при максимальній в'язкості, °C	55	57	56	55,5	58,5	57	57,5
Час до початку клейстеризації, хв.	17	18	20	19	18,5	20,5	19,5

Динаміка цукрів у тісті і хлібі з цукром і цукровмісною сировиною (в перерахунку на глюкозу), % до СР

Показники	Контроль (без цукру)	Внесено 4 % (за сухими речовинами) до маси борошна		
		Цукор	ГФС	МП
Бездріжджове тісто				
Після замішування	2,16	6,20	6,19	6,19
Через 4 год. ферментації	4,56	8,65	8,75	8,71
Утворилося цукрів	2,40	2,45	2,56	2,52
Дріжджове тісто				
Після замішування	2,15	6,19	6,18	6,19
Через 4 год. ферментації	1,86	4,59	4,95	5,46
Зброджено цукрів	2,69	4,05	3,79	3,25
Готові вироби				
Вміст цукру	2,2	5,91	5,97	6,12



Вплив ГФС і МП на динаміку зброджування цукрів у тісті

Фракційний склад білкових речовин тіста з цукром та цукровмісною сировиною

Слайд 15

Дослідні зразки		Вміст азоту по фракціям, % на СР тіста			
		Загальний	Азот клейковини	Водорозчинний азот	Проміжна фракція
Контроль (без добавок):					
	початковий	2,31	1,80	0,315	0,195
	кінцевий	2,31	1,54	0,383	0,387
Цукор:					
	початковий	2,30	1,78	0,302	0,218
	кінцевий	2,30	1,51	0,362	0,428
ГФС:					
	початковий	2,36	1,79	0,310	0,260
	кінцевий	2,36	1,50	0,374	0,486
МП:					
	початковий	2,34	1,79	0,307	0,243
	кінцевий	2,34	1,47	0,370	0,500

Пружно-еластичні властивості тіста з цукром та цукровмісною сировиною (за альвеографом)

Показники			Пружність Р, мм	Розтяжність L, мм	P/L	Робота деформації, Дж/г	Площа середньої діаграми, см ²
Контроль без цукру			90	89	1,0	303	46,4
Внесено % (за сухими речовинами) до маси борошна	2	Цукор	83	104	0,9	292	44,6
		ГФС	89	90	0,9	327	50,0
		МП	89	101	0,9	323	49,3
	4	Цукор	94	103	0,9	313	49,4
		ГФС	100	92	1,1	323	49,4
		МП	103	100	1,0	380	49.9
	6	Цукор	96	101	1,0	318	48,7
		ГФС	99	96	1,0	327	50,0
		МП	107	100	1,1	398	58.2
	8	Цукор	98	105	0,9	317	48,5
		ГФС	100	97	1,0	324	49,5
		МП	110	102	1,1	403	59.5

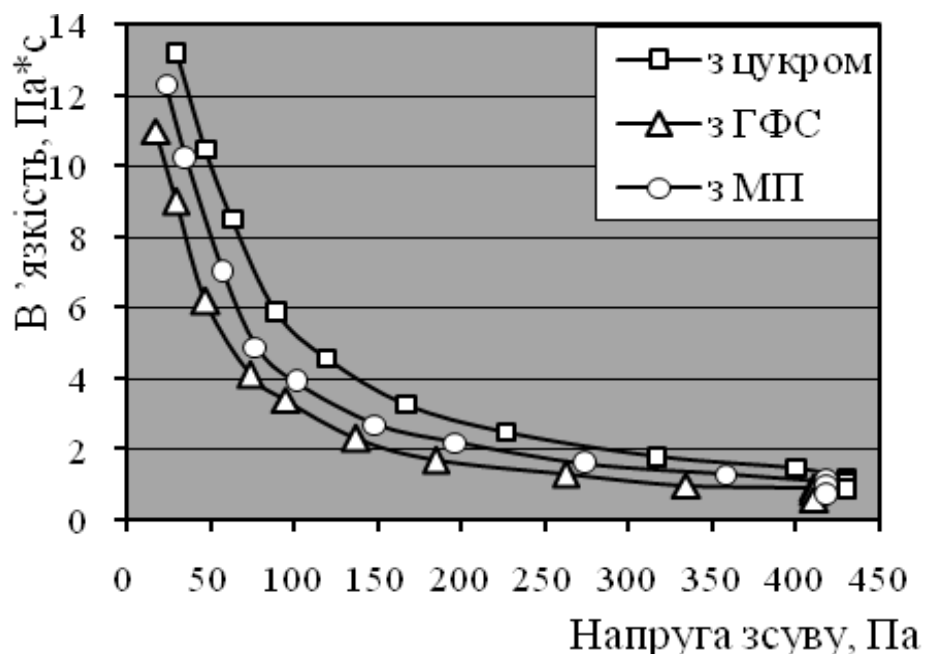
Пружно-еластичні властивості тіста з цукром та глюкозно-фруктозним сиропом (за фаринографом)

Показники	Внесено % (за сухими речовинами) до маси борошна							
	2		4		6		8	
	Цукор	ГФС	Цукор	ГФС	Цукор	ГФС	Цукор	ГФС
Консистенція, од. приладу	500	500	500	500	500	500	500	500
Водопоглинальна здатність, см ³ /100 г	59,0	58,8	58,2	58,0	57,2	56,8	56,4	55,9
Тривалість утворення тіста, хв.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	3,0
Еластичність, од. приладу	170	180	170	180	170	180	170	180
Стабільність, хв.	4,0	4,0	3,5	4,5	4,0	5,0	4,0	5,0
Розрідження протягом замісу, од. прил.	20	20	20	24	25	30	28	33

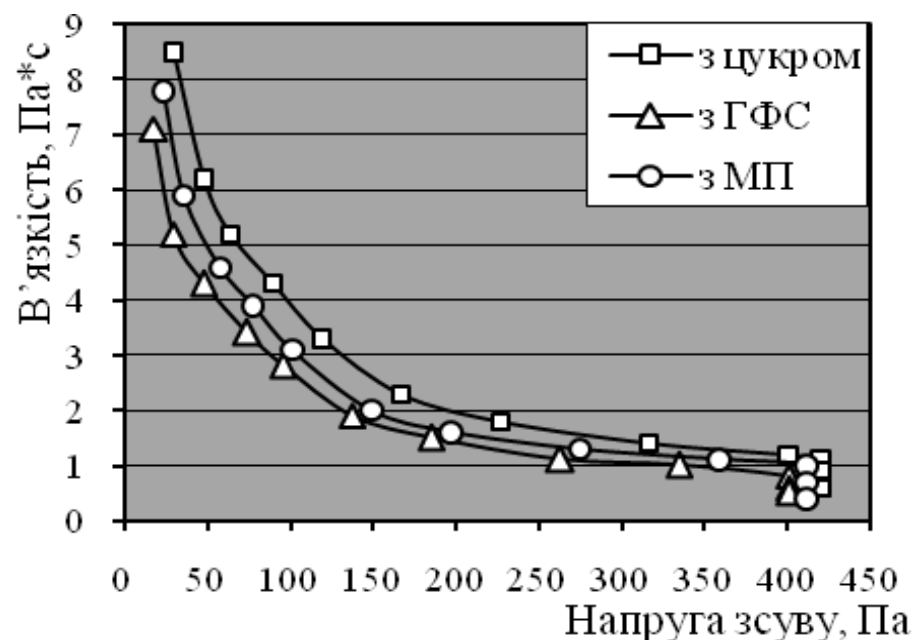
Пружно-еластичні властивості тіста з цукром та мальтозною патокою (за фаринографом)

Показники	Внесено % (за сухими речовинами) до маси борошна							
	2		4		6		8	
	Цукор	МП	Цукор	МП	Цукор	МП	Цукор	МП
Консистенція, од. приладу	500	500	500	500	500	500	500	500
Водопоглинальна здатність, см ³ /100 г	56,0	55,8	55,3	55,0	54,6	54,3	53,8	53,4
Тривалість утворення тіста, хв.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Еластичність, од. приладу	170	190	180	200	180	205	190	210
Стабільність, хв.	4,5	4,5	3,5	4,0	4,0	4,5	4,0	4,5
Розрідження протягом замісу, од. прил.	60	60	60	63	65	68	70	75

Показники	Внесено % (за сухими речовинами) до маси борошна					
	4			8		
	Цукор	ГФС	МП	Цукор	ГФС	МП
Ефективна в'язкість, Па·с						
– через 20 хв. ферментації	13,2	11,0	12,3	10,8	8,7	9,5
– через 180 хв. ферментації	8,5	7,1	7,8	7,5	5,9	6,5
Коефіцієнт розрідження	46	49	48	42	49	46

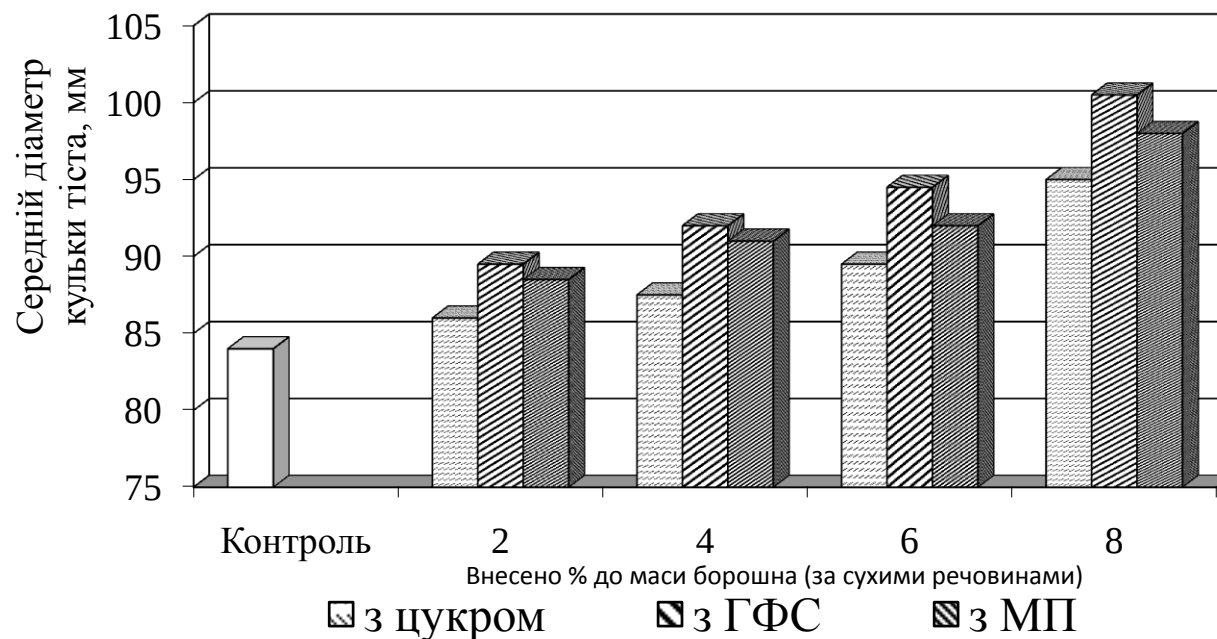


А

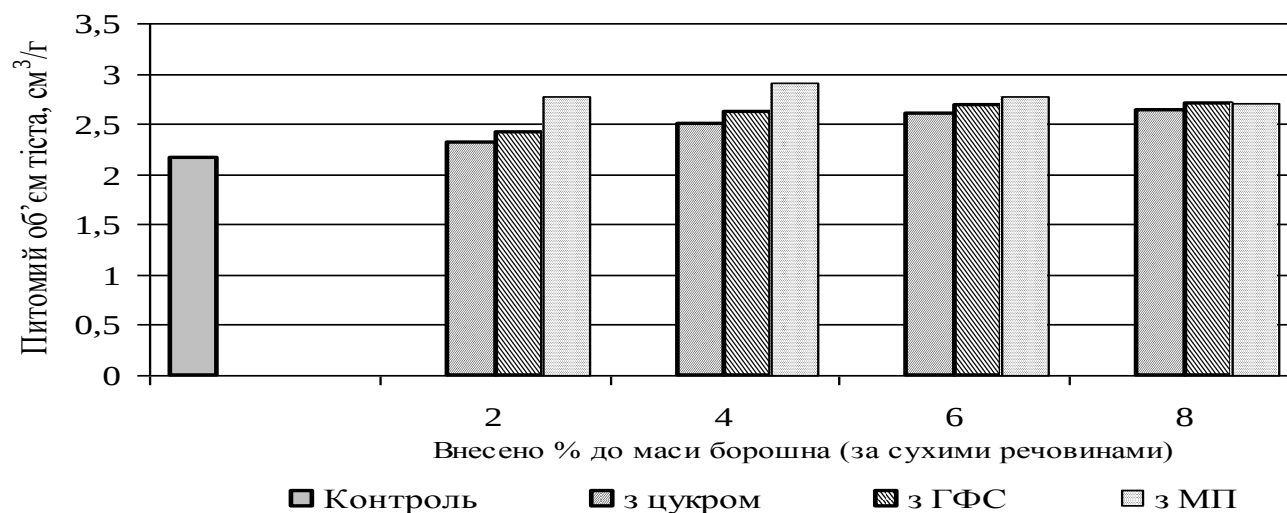


Б

Криві ефективної в'язкості модельних водно-борошняних сумішей:
А – через 20 хв. після замісу, Б – через 180 хв. ферментації

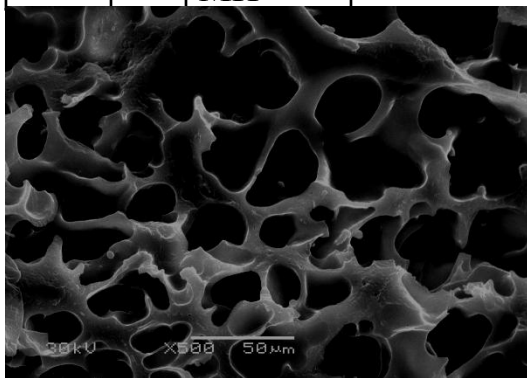


Розпливання кульки тіста з цукром і цукровмісною сировиною

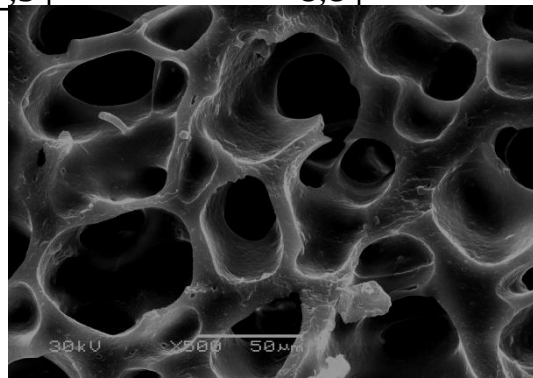


Питомий об'єм тіста з цукром та цукровмісною сировиною

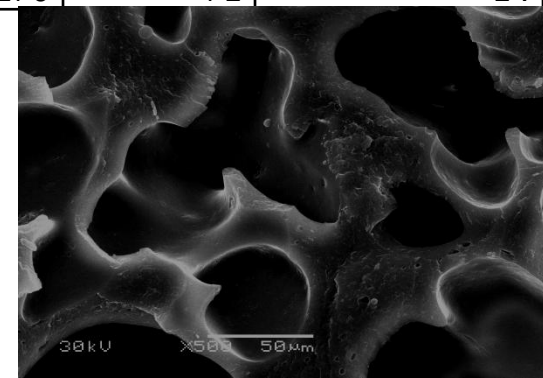
Показники			Кількість сирової клейковини, %	Кількість сухої клейковини, %	Гідратаційна здатність, %	ИДК, од.прила ду	Розтяжність, см
Контроль (без цукру)			28,6	9,3	206	79	16
Внесено % (за сухими речовинами) до маси борошна	2	Цукор	26,8	8,7	197	77	15
		ГФС	28,3	8,9	182	70	14
		МП	27,9	9,0	173	73	15
	4	Цукор	26,6	8,6	178	78	15
		ГФС	28,0	8,9	176	74	15
		МП	27,8	8,8	172	76	15
	6	Цукор	26,4	8,5	176	78	15
		ГФС	27,5	8,8	172	72	14
		МП	27,8	8,9	173	73	14
	8	Цукор	26,0	8,4	174	74	15
		ГФС	26,6	8,7	169	70	13
		МП	27,5	8,8	170	71	14



а



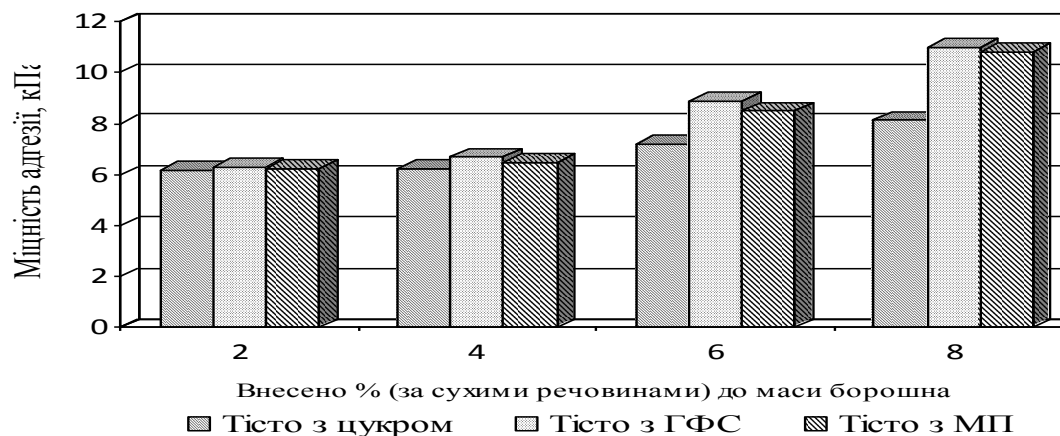
б



в

Мікроструктура клейковини тіста з цукром та цукровмісною сировиною

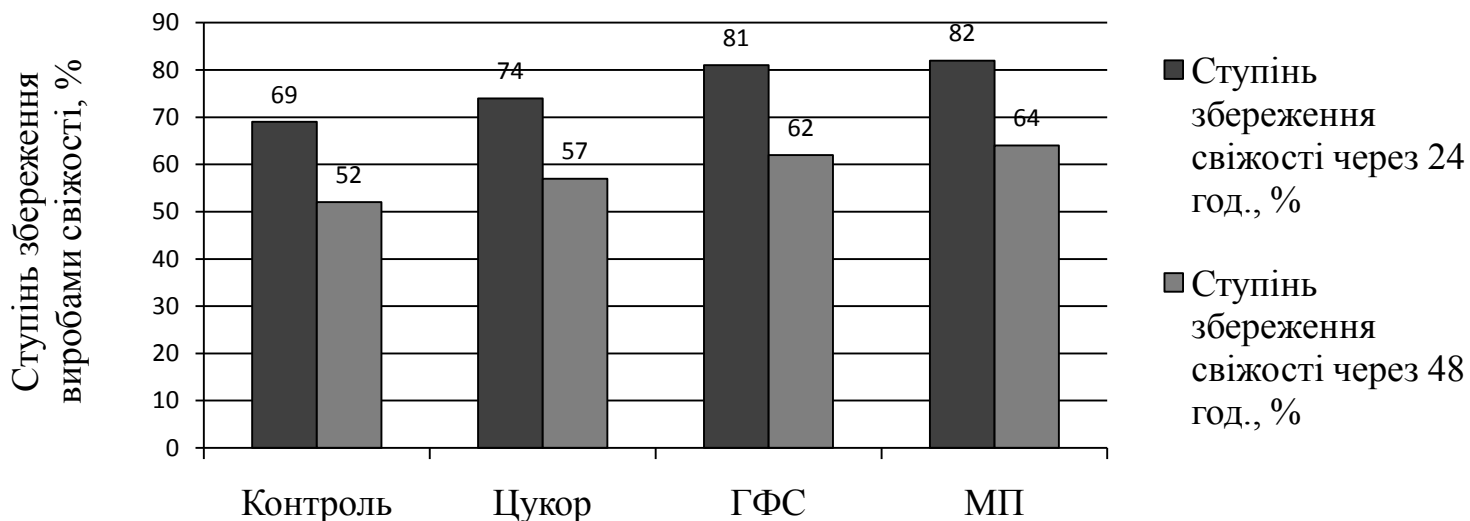
а - з цукром, б – з ГФС, в – з МП



Міцність адгезії тіста з цукром та цукровмісною сировиною

Зміна структурно-механічних властивостей хліба з цукром та цукрозамінниками

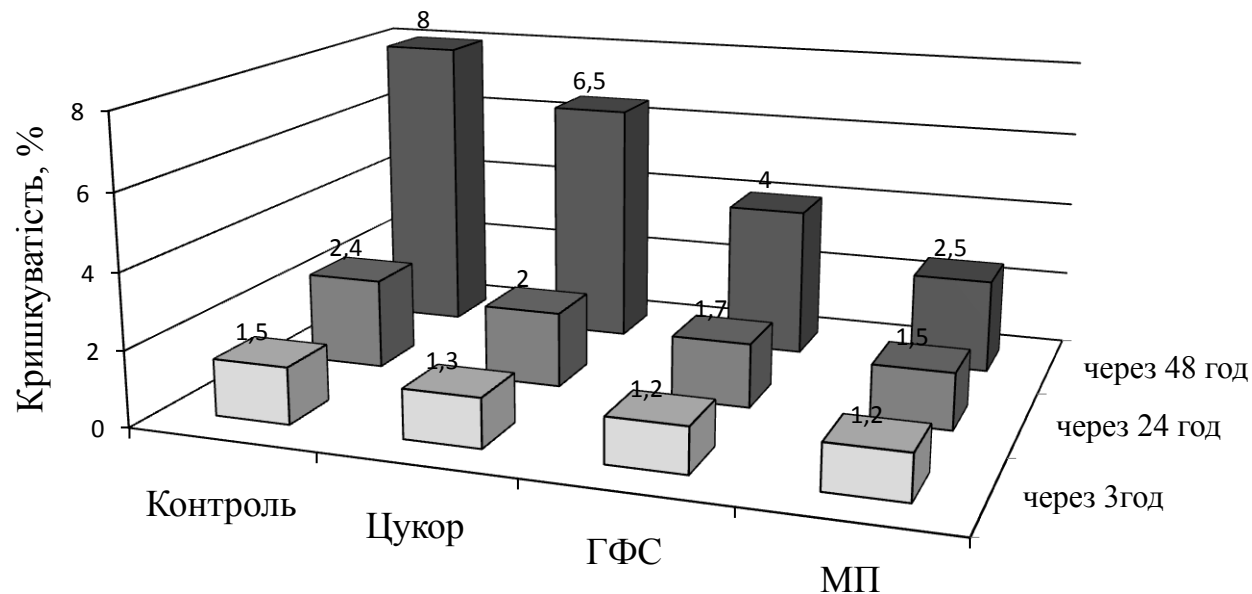
Показники	Без цукру (контроль)	Внесено 4 % (за сухими речовинами) до маси борошна		
		Цукор	ГФС	МП
Деформація м'якушки, од. пенетрометра				
Через 4 год.:				
загальна	107	112	121	122
пластична	84	87	94	96
пружна	23	25	27	26
Через 24 год.:				
загальна	74	83	98	101
пластична	61	69	78	81
пружна	13	14	20	20
Через 48 год.:				
загальна	55	63	75	79
пластична	48	53	60	64
пружна	7	10	15	15



Збереження свіжості виробами з цукром і цукровмісною сировиною

Зміна гідрофільних властивостей хліба з цукром та цукровмісною сировиною

Показники	Без цукру (контроль)	Внесено 4 % (за сухими речовинами) до маси борошна		
		Цукор	ГФС	МП
Водопоглинальна здатність, % на СР, через				
3 год.	430	438	473	482
24 год.	380	390	428	439
48 год.	329	355	396	410
Вміст водорозчинних речовин, %, через				
3 год.	2,3	2,6	2,8	2,8
24 год.	2,0	2,3	2,6	2,6
Зменшення вмісту водорозчинних речовин через 24 год., %	13,0	11,5	7,1	7,1
48 год.	1,9	2,2	2,4	2,4
Зменшення вмісту водорозчинних речовин через 48 год., %	17,4	15,4	14,3	14,3



Кришкуватість м'якушки виробів з цукром та цукровмісною сировиною

Кінетичні параметри дериваторам м'якушки хліба

Зразки		Тривалість зберігання	Дегідратація м'якушки		Втрати зв'язаної вологи, %
			Масова частка вільної вологи, %	Масова частка зв'язаної вологи, %	
Без цукру (контроль)		24 год.	80,1	19,9	8,6
		48 год.	88,7	11,3	
Внесено 4% (за сухими речовинами) до маси борошна	Цукор	24 год.	76,3	23,7	4,5
		48 год.	80,8	19,2	
	ГФС	24 год.	74,5	25,5	1,8
		48 год.	76,3	23,7	
	МП	24 год.	73,5	26,5	2,0
		48 год.	75,5	24,5	

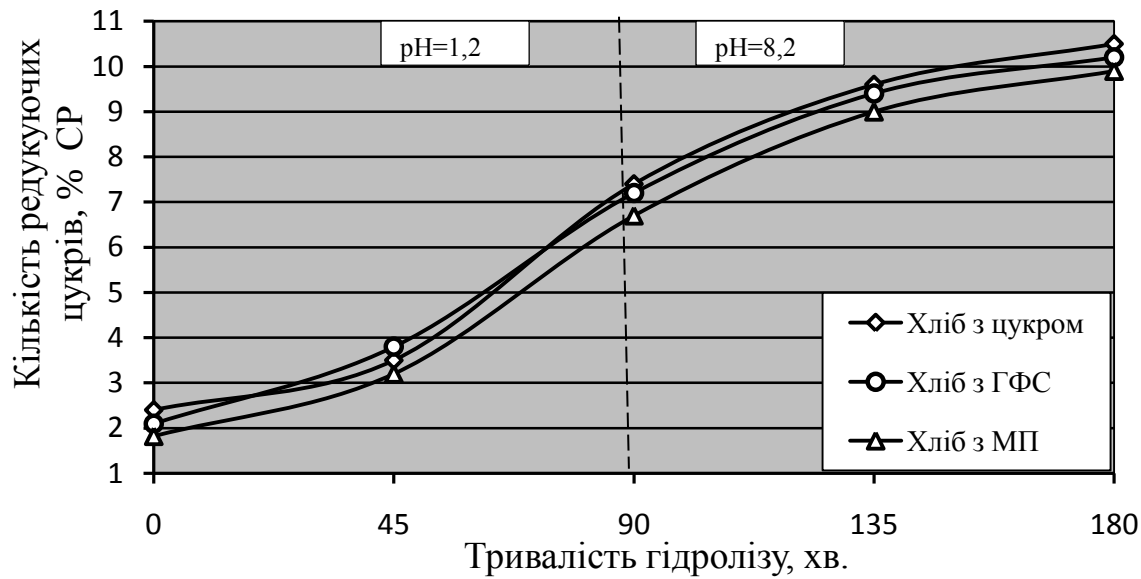
Забарвлення м'якушки виробів з цукром, ГФС і МП за оптичною густиною водних витяжок

Слайд 23

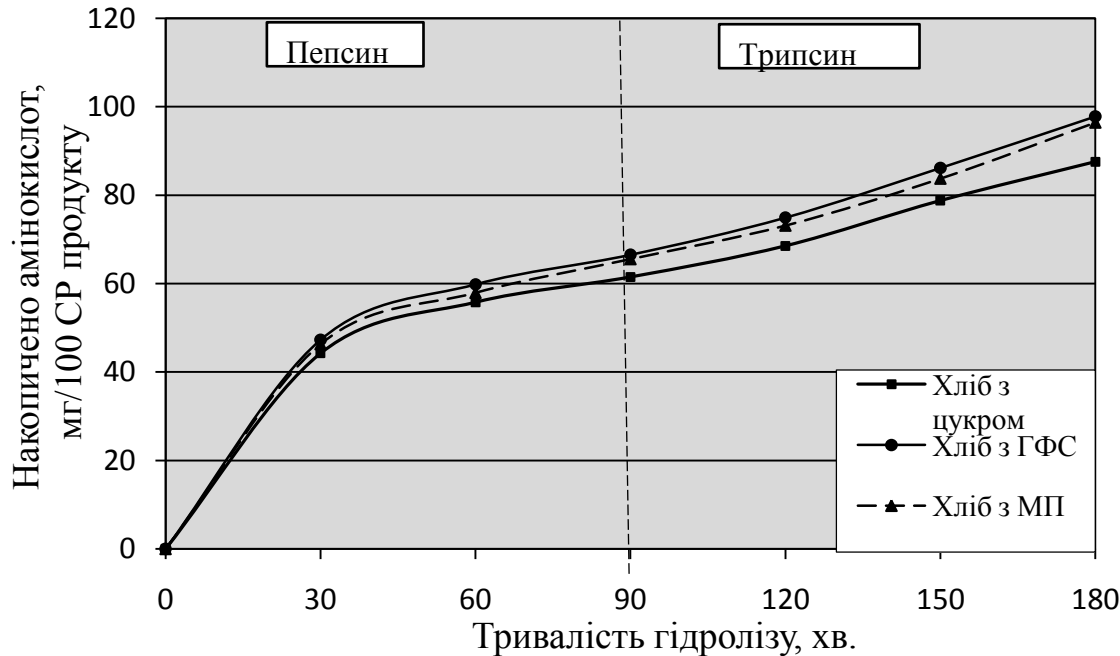
Дозування, % до маси борошна	Оптична густина водних витяжок з м'якушки виробів з внесенням			
	Цукру	Глюкозно-фруктозного сиропу	Мальтозної патоки	Карамельної патоки
0	0,20			
4	0,21	0,21	0,21	0,24
6	0,21	0,22	0,22	0,27

Вміст бісульфітів'язуючих речовин у виробих з цукром і цукровмісною сировиною

Показник	Внесено 4 % (за сухими речовинами) до маси борошна		
	Цукор	ГФС	МП
Вміст бісульфітів'язуючих речовин, мг-екв. / 100 г СР:			
через 3 год. зберігання			
загальний вміст	29,1	40,3	39,6
— в скоринці	23,7	33,2	32,9
— в м'якушці	5,4	7,1	6,7
через 24 год. зберігання			
загальний вміст	22,9	33,0	32,2
— в скоринці	17,3	25,5	25,1
— в м'якушці	5,6	7,5	7,1
через 48 год. зберігання			
загальний вміст	18,4	27,3	26,3
— в скоринці	13,9	21,1	20,5
— в м'якушці	4,5	6,2	5,8



Вміст редууючих цукрів за ферментативного гідролізу вуглеводів хліба *in vitro*

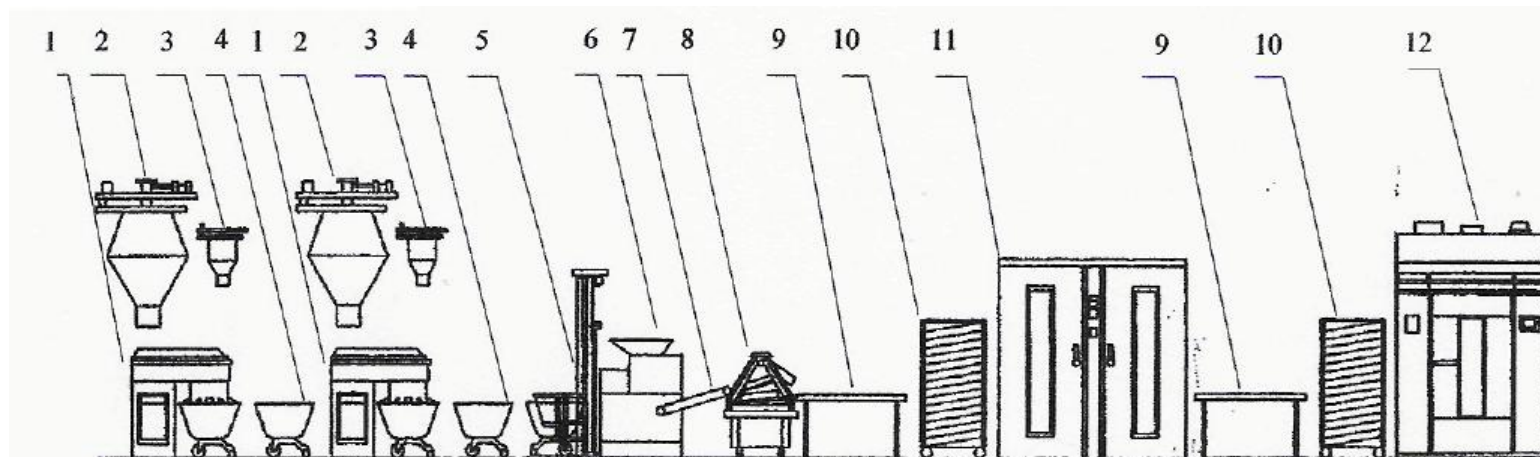


Показники глікемічності для виробів з цукром і цукровмісною сировиною

Дослідний зразок	Показник глікемічності, од.
Хліб з внесенням цукру	32,9
Хліб з внесенням глюкозно-фруктозного сиропу	32,9
Хліб з внесенням мальтозної патоки	32,6

Накопичення вільних амінокислот під час гідролізу білків хліба *in vitro*

Апаратурно-технологічна схема виробництва булочних виробів з ГФС і МП



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

Порівняльна характеристика собівартості та техніко-економічних показників для булочних виробів виготовлених з використанням глюкозно-фруктозного сиропу, мальтозної патоки та цукру

Показники	Булочка “Апетитна”		Булочка “Пікантна з кропом”	
	з цукром	з ГФС	з цукром	з МП
Собівартість, грн.	5805,61	5752,84	5697,93	5661,06
Прибуток, грн.	238,03	310,65	233,61	305,69
Витрати на 1 грн., грн	0,96	0,95	0,96	0,95
Рентабельність, %	4,1	5,4	4,1	5,2



Дякую за увагу !