

крахмалосодержащего сырья вырабатывается широкий ассортимент продуктов: патока различного углеводного состава, кристаллическая глюкоза, глюкозный концентрат, глюкозно-фруктозный сироп и др. Эти продукты обеспечивают естественный сладкий вкус, к которому мы привыкли, употребляя сахарозу.

Главной задачей при замене сахарозы в пищевых продуктах является сохранение вкуса, запаха, текстуры и других органолептических и физико-химических характеристик изделий, а также обеспечение необходимого профиля сладости в готовом продукте.

Всем вышеперечисленным требованиям отвечает глюкозно-фруктозный сироп (ГФС).

Мировой опыт показывает, что ГФС может заменить сахар: в кондитерских изделиях – около 20%, в производстве мороженого – около 50%, при выработке хлебобулочных изделий, плодоовощных консервов, безалкогольных напитков и виноградных вин, сгущенного молока – до 100%. [1]

Широкая сфера применения ГФС в производстве пищевых продуктов обусловлена рядом его преимуществ перед сахарозой: исключительная чистота продукта благодаря многоступенчатой глубокой очистке; микробиологическая чистота (продукт практически стерилен и разрешен для использования в продуктах детского питания); стабильность сиропа при хранении и в готовых продуктах, так как сироп, в отличие от легко инвертируемой сахарозы, практически не разлагается при существующих технологиях изготовления пищевых продуктов; снижение затрат и легкость в обращении с сиропом за счет сокращения времени, рабочей силы и энергопотребления, исключая обязательные операции растворения, фильтрации и очистки сахарного сиропа. Кроме того, производство глюкозно-фруктозного сиропа не ограничивается периодом сбора урожая, а продолжается весь год. Себестоимость производства 1 тонны сиропа ниже, чем себестоимость 1 тонны сахара. По статистике 1 га кукурузного поля дает столько же сахара, сколько 1 га сахарной свеклы. Но выращивание кукурузы по трудоемкости значительно ниже, а переработка может вестись круглый год. Особенности формирования цен на ГФС (дисконт 10% в пересчете по сухим веществам) обеспечивает снижение стоимости сырьевой слагаемой. Цены на сиропы не подвержены сезонным колебаниям «сахарного рынка».

По статистическим данным, сегодня в мире свыше 100 специализированных предприятий по выработке ГФС, 59 из которых размещены в Азии. Резкий рост потребления наблюдается в США (до 49%), на Тайване (около 30%), в Японии (26,3%), Южной Корее (23,5%), Канаде (19%). В частности, в США значительный рост производства сиропов привел к существенному снижению потребления сахара.

В Украине производство сиропов организовано на ЗАО «ИНТЕРКОРН Корн Просессинг Индастри» г. Днепрпетровск.

ГФС получают из кукурузы путем последовательного ферментативного разжижения и осахаривания крахмала до высокоглюкозного сиропа, и превращением части глюкозы во фруктозу. Сироп подвергают очистке активированным углем и ионообменными смолами, обеззараживают на бактерицидных фильтрах с размером пор 0,45 мкм и концентрируют до достижения содержания сухих веществ 71 – 78%. [2]

Для хлебопекарной промышленности представляют интерес такие свойства глюкозно-фруктозного сиропа, как низкая вязкость раствора; высокая температура кипения и осмотическое давление, повышающее бактериальную стабильность; высокая гигроскопичность, обусловленная присутствием глюкозы; легкая сбраживаемость дрожжами; стабильность цветности. Он легко перекачивается, складывается, автоматически дозируется.

Для определения технологической эффективности применения ГФС в хлебопекарной промышленности в НУИТ были проведены исследования его влияния на технологический процесс, качество изделий и срока хранения ими своих

УДК 664.664

#### ГЛЮКОЗНО-ФРУКТОЗНЫЙ СИРОП – НАТУРАЛЬНЫЙ ЗАМЕНИТЕЛЬ САХАРА В ПРОИЗВОДСТВЕ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ю.В. Бондаренко, аспирант,  
В.И. Дробот, докт. техн. наук, профессор, член-кор. УААН  
Национальный университет пищевых технологий г. Киев, Украина

Сегодня в мире существует острый дефицит сахара, который может быть частично снижен развитием производства сахаристых веществ на основе крахмала. Из

потребительских свойств в результате замены сахара в процессе производства булочных изделий.

В лабораторных условиях проведены выписки изделий безопарным способом из муки высшего сорта с 2, 4, 6, 8 % сахара к массе муки и образцы с эквивалентным по содержанию сухих веществ количеством ГФС.

Используемый в исследованиях ГФС представляет собой вязкий жидкий продукт, со сладким вкусом, без привкуса, без запаха. Сироп состоит в основном из глюкозы и фруктозы (таблица 1), которые формируют его свойства и в том числе сладость, равную 120%.

Таблица 1 -- Физико-химические показатели ГФС

Показатели	ГФС
«Видимая» массовая доля сухих веществ, %	70,4
«Истинная» массовая доля сухих веществ, %	71,8
Массовая доля глюкозы, %	52,0
Массовая доля фруктозы, %	42,0
Массовая доля мальтозы, %	3,0
Массовая доля мальтотриозы, %	2,0
Массовая доля высших сахаров, %	1,0
Массовая доля золы, %	0,02
Массовая доля белка, %	0,9
Кислотность, мл (0,1 н NaOH)/100г СР	2,8
pH	3,6

В процессе исследования изучали закономерности изменений технологических характеристик полуфабрикатов и показателей качества готовой продукции в зависимости от дозирования сиропа в сравнении с влиянием сахара.

Анализ полученных данных (таблица 2) свидетельствует о том, что замена сахара ГФС не влияет на кислотность теста. Консистенция теста с сиропом расслабляется и тем больше, чем больше его внесено. Тесто с сиропом было более эластичным и менее вязким (на ощупь) по сравнению с образцами с соответствующим дозированием сахара. При этом необходимо отметить, что в тесте с 6 и 8% ГФС заметно возрастает адгезия.

Формоустойчивость теста несколько снижается. Как показали результаты исследований, распыляемость теста с сиропом превышает распыляемость теста с адекватным количеством сахара на 3,5-5,5%.

Очевидно, расхождение теста с сиропом происходит за счет его дегидратирующей способности, ведь моносахара ГФС имеют большую адсорбционную способность, чем сахароза, вследствие чего в тесте с сиропом возрастает содержание воды не связанной белками и упругость его уменьшается. Улучшение эластичности теста с ГФС возможно происходит за счет образования комплексной между моносахарами сиропа и белками клейковины.

Внесение в тесто сиропа сопровождается некоторым снижением, по сравнению с образцами с сахаром, интенсивности брожения теста, в тесте с сиропом количество выделенного диоксида углерода уменьшается на 3-12%. По видимому интенсивность брожения теста зависит от состава сахаров, содержащихся в жидкой фазе теста, которая является питательной средой для дрожжей. С сиропом в тесто вносятся редуцирующие вещества, которые в большей степени увеличивают осмотическое давление в жидкой фазе теста, по сравнению с сахарозой, и тем ухудшают активность дрожжей.

Таблица 2 -- Влияние сахара и ГФС на показатели качества теста и готовых изделий

Показатели	2		4		6		8	
	Внесено % (по сухим веществам) к массе муки							
	Сахар	ГФС	Сахар	ГФС	Сахар	ГФС	Сахар	ГФС
<b>Тесто</b>								
Конечная кислотность, град	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Продолжительность брожения, мин	170							
Продолжительность расстойки, мин	54	63	60	70	33	47	31	40
Газообразование, см <sup>3</sup> /100 г	1294	1256	1432	1344	1784	1568	1858	1728
Распыляемость, %	172	178	175	184	179	189	200	202
<b>Готовые изделия</b>								
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	3,04	3,15	3,06	3,15	3,10	3,16	3,18	3,19
Формоустойчивость, Н/Д	0,44	0,43	0,44	0,43	0,42	0,42	0,40	0,40
Пористость, %	77,0	77,0	78,0	78,0	78,0	79,0	79,0	79,0
Кислотность, град	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Состояние поверхности и цвет корки	Гладкая без трещин и подрывов							Коричневая
	Золотисто-коричневая							
Цвет мякиша	Светлый							
Структура пористости	Равномерная, средняя, тонкостенная							
Вкус	Свойственный булочным изделиям							

Ухудшение интенсивности брожения теста с сиропом сопровождается увеличением длительности расстойки тестовых заготовок на 9-14 мин.

Результатами исследований установлено, что использование сиропа вместо сахара позволяет получить изделия достойного качества. Так по органолептическим показателям изделия с сиропом не уступали контрольным образцам с сахаром. Было отмечено, что изделия с сиропом имели более интенсивное окрашивание корочки, что вероятно является следствием того, что фруктоза ГФС более активно вступает в реакцию меланоидинообразования, чем сахароза.

Особое внимание было уделено окрашиванию мякиша изделий при внесении сахарозаменителя. Результаты определения оптической плотности водных вытяжек из

мякиша изделий с сахаром и сиропом в количестве 4, 6% свидетельствуют, что замена сахара ГФС не влияет на цвет мякиша.

Удельный объем изделий с 2,4,6% ГФС превышает на 2-3,6% удельный объем изделий с сахаром. Поскольку внесение в тесто сиропа улучшает его эластичность это позволяет получить при незначительно меньшей газообразующей способности теста с сиропом больший объем изделий. Замена 8% сахара сиропом практически не влияет на удельный объем изделий. Использование ГФС вместо сахара практически не влияет на формоустойчивость и пористость изделий. Эти показатели находились в пределах точности метода определения.

Положительные результаты лабораторных выпечек позволили обосновать возможность замены сахара в булочных изделиях ГФС. При этом необходимо отметить, что технологически целесообразно вносить 4% ГФС к массе муки.

Поскольку в практике хлебопечения известно, что сахароза не только улучшает вкусовые качества изделий, их пищевую ценность, но и замедляет процесс черствения, возникла необходимость исследовать, как сказывается на процессе черствения замена сахарозы ГФС.

Исследовали изделия, содержащие оптимальное количество ГФС (4%), контролем были изделия с соответствующим содержанием сахарозы.

Анализ проводили через 3, 24, 48 часов после выпекания, поскольку в первые 2 суток хранения в пшеничном хлебе происходят основные структурные изменения.

Степень свежести оценивали по изменению структурно-механических свойств мякиша на пенетрометре.

Данные полученные на пенетрометре, свидетельствуют о том, что в течении всего периода исследования деформационные характеристики мякиша хлеба с сиропом превышали показатели мякиша с сахаром.

Анализ скорости процесса черствения показал, что контрольные образцы с сахарозой черствели быстрее опытных с сиропом. Так через 24 часа общая деформация мякиша изделий с сахаром снизилась на 26%, в то время как образца с сиропом на 22%.

Через 48 часов общая деформация мякиша контрольного образца составляет 57% от начального значения, а с ГФС 62%.

Замедление черствения изделий с ГФС связано с улучшением упруго-эластичных свойств мякиша этих изделий и замедлением в нем ретроградации крахмала в большей степени, чем в мякише с сахаром, за счет высших гидрофильных свойств моносахаров ГФС.

При черствении изменяются физико-механические свойства мякиша, стенки пор теряют свою прочность, что увеличивает крошковатость мякиша. [3] Результаты опытов свидетельствуют, что значения крошковатости мякиша хлеба с сахаром выше, чем хлеба с ГФС.

Степень свежести хлеба также оценивали по изменению гидрофильных свойств коллоидов мякиша, а именно по изменению водосвязывающей способности мякиша и содержанию водорастворимых веществ.

При черствении структура мякиша хлеба уплотняется и упорядочивается, что требует расхода внутренней энергии системы. С этими явлениями связывают уменьшение водосвязывающей способности коллоидов хлеба. [3]

Изучение гидрофильных свойств мякиша хлеба при замене сахара сиропом показало, что водосвязывающая способность мякиша опытных образцов через 3 часа после выпечки превышала контрольную на 7,4%.

Таблица 3 - Влияние сахара и ГФС на структурно-механические и гидрофильные свойства мякиша

Показатели	Внесено 4% (по сухим веществам) к массе муки	
	Сахар	ГФС
Деформация мякиша, ед. пенетрометра		
Через 4 ч:		
общая	132	141
пластическая	107	114
упругая	25	27
Через 24 ч:		
общая	98	110
пластическая	84	94
упругая	14	16
Через 48 ч:		
общая	75	87
пластическая	65	73
упругая	10	12
Степень сохранения свежести через 24 ч, %	74	78
Степень сохранения свежести через 48 ч, %	57	62
Крошковатость, %, через		
3ч	1,3	1,2
24 ч	2,0	1,7
48 ч	6,5	4,0
Водосвязывающая способность, через		
3ч	438	473
24 ч	390	428
48 ч	355	396
Содержание водорастворимых веществ %, через		
3ч	2,6	2,8
24 ч	2,3	2,6
48 ч	2,2	2,4

Через 48 часов снижение водосвязывающей способности мякиша изделий с сиропом составляла 16,3% к первоначальному значению, в изделиях с сахаром 18,9%.

Увеличение гидратации мякиша при замене сахара ГФС обусловлено, очевидно, более высокими гидрофильными свойствами сахаров сиропа, по сравнению с сахарозой, а также возможным образованием комплексов между моносахарами сиропа и белками клейковины.

Содержание водорастворимых веществ в изделиях определяли экспресс-методом на пресцизионном рефрактометре в фильтрате полученному после 15 мин настаивания 10 г мякниа, растертого с 50 мл дистиллированной воды.

В хлебе с сиропом после 48 часов хранения по сравнению со свежим хлебом содержание водорастворимых веществ снизилось на 14,3 %, в образце с сахаром на 15,4%.

Таким образом продление сохранности изделиями с сиропом свежести обусловлено повышением гидрофильных свойств мякниа и увеличением содержания водорастворимых веществ.

#### Выводы.

1. Результаты исследований позволили обосновать эффективность замены сахара в булочных изделиях ГФС. Установлено, что технологически целесообразно вносить 4 % ГФС к массе муки.
2. Использование ГФС позволяет улучшить потребительские свойства изделий, увеличить срок хранения ими свежести.

#### Список литературы

1. Ю. Кушпир Заменители сахара // Пищевые продукты и ингредиенты. – 2003. - №1. - с.13-14
2. ТУ У 15.6-32616426-009:2005. Сироп глюкозно-фруктозный. Технические условия. Сироп глюкозно-фруктозный. Технічні умови.
3. Горячева А.Ф., Кузьминский Р.В. Сохранение свежести хлеба. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 240 с.

#### Аннотация

Материалы статьи посвящены проблеме поиска в мировой практике хлебопечения, натуральных эффективных сахарозаменителей, которые дешевле сахара.

Дефицит сахара может быть частично снижен развитием производства сахаристых веществ на основе крахмала.

Рынок Украины сейчас обеспечен сахаросодержащими продуктами на основе крахмала отечественного производства.

Авторами предложено использовать в хлебопекарной промышленности в качестве сахарозаменителя глюкозно-фруктозный сироп.

Глюкозно-фруктозный сироп – продукт ферментативного гидролиза крахмала, который обеспечивает естественный сладкий вкус, к которому мы привыкли, употребляя сахарозу. Цены на сироп не подвержены сезонным колебаниям «сахарного рынка» и на 10% ниже цен на сахар.

Для хлебопекарной промышленности представляют интерес такие свойства глюкозно-фруктозного сиропа, как низкая вязкость раствора; высокая температура кипения и осмотическое давление, повышающее бактериальную стабильность; высокая гигроскопичность, обусловленная присутствием глюкозы; легкая сбраживаемость дрожжами; стабильность цветности. Он легко перекачивается, складывается, автоматически дозируется.

Для определения технологической эффективности применения ГФС в хлебопекарной промышленности были проведены исследования его влияния на технологический процесс, качество изделий и сроки хранения ими своих потребительских свойств в результате замены сахара в процессе производства булочных изделий.

Положительные результаты исследований позволили обосновать эффективность замены сахара в булочных изделиях глюкозно-фруктозным сиропом. Использование сиропа позволяет улучшить потребительские свойства изделий, увеличить срок хранения ими свежести.