

ВЛИЯНИЕ ФРУКТОЗЫ НА ПРОЦЕССЫ ВЫПЕЧКИ ДИАБЕТИЧЕСКОГО КЕКСА

В. Дорохович,

Киевский государственный торгово-экономический университет • ®

Сахарный диабет - распространенное эндокринное заболевание, в результате которого прежде всего нарушается углеводный обмен. Протекание этого заболевания зависит от питания человека. Количество углеводов, потребляемых таким больным, необходимо ограничивать, а использование сахарозы при этом вообще запрещено. Сахарный диабет возникает в результате инсулиновой недостаточности и вызывает повышение уровня сахара в крови.

В унифицированных рецептурах на диабетические мучные кондитерские изделия (ДМКИ), по которым в настоящее время работают кондитерские предприятия стран СНГ, в качестве сахарозаменителей предусмотрены ксилит и сорбит. За рубежом, особенно в США, Англии, Германии, ряд фирм специализируется на выпуске ДМКИ с использованием в качестве сахарозаменителя фруктозы.

Фруктоза - это натуральный сахар, который содержится в плодах, овощах, фруктах. Она легко усваивается и не оказывает негативного влияния на организм человека. Фруктозу выпускают в виде белого кристаллического порошка и в виде концентрированных фруктозных сиропов. Она имеет высокий коэффициент сладости (1,5-1,7) по отношению к сахарозе. Фруктоза хорошо растворима в воде, ее растворимость больше, чем у глюкозы и сахарозы. Фруктоза имеет высокую гигроскопичность и уже при относительной влажности 45-50% начинает сорбировать влагу.

Для усвоения фруктозы не нужен гормон инсулин, т.е. ее могут употреблять люди, больные сахарным диабетом. Норма потребления фруктозы 0,5-1 г на 1 кг массы тела. Фруктоза отвечает всем требованиям, предъявляемым к сахарозаменителям: она не токсична, не мутагенна, не канцерогенна, абсолютно безопасна, легко усваивается, имеет высокий коэффициент сладости, стоимость ниже ксилита и сорбита. В свете вышесказанного можно сделать вывод, что фруктоза является перспективным сырьем для производства ДМКИ.

Мучные кондитерские изделия, в частности кекс, всегда пользовались широким спросом у населения. Кексы - это сдобные, высококалорийные мучные изделия различной формы, размеров, с разнообразным вкусом и ароматом. Была поставлена задача исследовать, какое влияние окажет фруктоза на физико-химические и теплообменные процессы, происходящие при выпечке кексов.

В литературных источниках не было найдено работ, посвященных изучению влияния фруктозы на механизм теплообменных и других процессов, происходящих при термообработке мучных кондитерских изделий. Фруктоза является достаточно реакционноспособным сырьевым ингредиентом, который, несомненно, окажет значительное влияние на термообработку ДМКИ.

Для определения влияния фруктозы на термообработку ДМКИ был проведен ряд исследований, который включает изучение кинетики прогрева тестовых заготовок и физико-химических процессов, происходящих при выпечке.

При выпечке ДМКИ на фруктозе интенсивно протекает реакция меланоидинообразования. Это сложный окислительно-восстановительный процесс взаимодействия аминокислот с веществами, содержащими карбонильные группы, сопровождающийся появлением промежуточных соединений, а затем - высококонденсированных азотсодержащих окрашенных соединений и небольшим количеством CO_2 , HCN , H_2O .

Реакция меланоидинообразования - сложный и мало изученный процесс. По Ходжу, реакция меланоидинообразования включает семь основных типов реакций, которые происходят последовательно или параллельно. Она проходит в три этапа. На начальной стадии образуются вещества, которые не поглощают свет в УФ-области спектра. На промежуточной и конечной стадии образуются вещества, которые поглощают свет в УФ-области спектра.

Наличие продуктов реакции меланоидинообразования было зафиксировано визуально (более темная окраска изделий), по уменьшению количества аминокислот и редуцирующих Сахаров, а также по кривым светопоглощения.

Наиболее показательные данные, подтверждающие наличие продуктов реакции, зафиксированных при помощи спектрофотометра, получены для водных вытяжек из кексов. Исследования проводились вытяжками кексов на фруктозе, глюкозе, сахарозе. Результаты исследований представлены в виде кривых светопоглощения на рис. 1.

Анализ кривых светопоглощения показывает наличие пика при длине волны 270-280 нм, что характерно для продуктов реакции меланоидинообразования при исследовании вытяжек кекса на фруктозе; при исследовании вытяжек кексов на сахарозе таких пиков не наблюдается. В литературе встречается информация о том, что глюкоза более реакционноспособна, чем фруктоза. Но проведенные исследования это не подтверждают, напротив, как видно из рис. 1, кривая светопоглощения вытяжки из кекса на глюкозе имеет меньший пик, чем кривая светопоглощения вытяжки из кекса на фруктозе. Отсюда мы делаем вывод, что фруктоза более реакционноспособна к меланоидинообразованию. В литературе имеются сведения, что продукты этой реакции играют позитивную роль, так как они являются антиоксидантами, а это дает возможность продлить срок хранения ДМКИ.

Заслуживает внимания то, что интенсивность реакции меланоидинообразования не однородна по высоте изделия. Так, нижний слой кекса имеет более темную окраску, верхний - наиболее светлую, средний слой занимает промежуточное положение. Это можно объяснить разной температурой слоев при выпекании изделий. Верхнему слою соответствует минимальная температура, нижнему - мак-

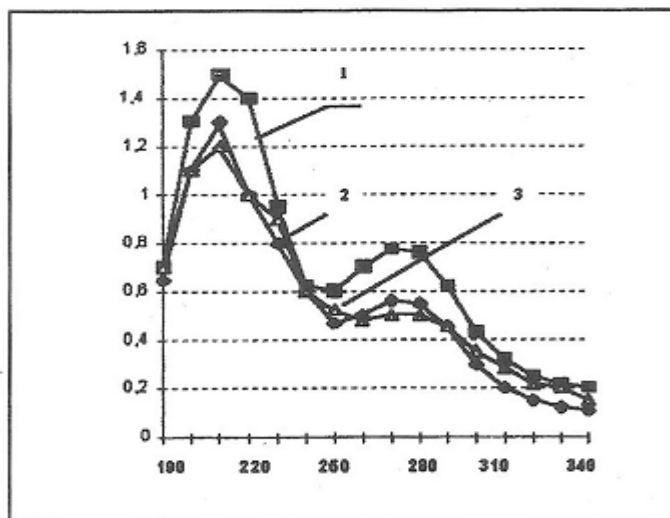


Рис. 1. Кривые светопоглощения водных вытяжек из кексов: 1 – на фруктозе; 2 – на глюкозе; 3 – на сахаре

симильная. Это дает возможность регулировать интенсивность протекания реакций меланоидинообразования. Для того, чтобы изделие не имело ярко выраженного темного (коричневого) цвета мякиша и, в особенности корочки изделия, мы рекомендуем выпекать изделия при более низких температурах: не 200-210°C, а не выше 180 °C.

Как известно, меланоидинообразование идет за счет реакции аминокислот и Сахаров. Проведенные исследования на аминокислотном анализаторе подтвердили протекание реакции меланоидинообразования при приготовлении ДМКИ на фруктозе. Так, например, если количество лизина в тесте было 0,2032 мг в 100 мг, то в готовом изделии его количество составляло 0,1200; если метионина в тесте было 0,0828, то в готовом изделии 0,0648.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что при разработке рецептов на ДМКИ необходимо использовать сырье, которое имеет высокую биологическую ценность (т.е. высокое содержание хорошо сбалансированного белка).

На процесс реакции меланоидинообразования также расходуются редуцирующие сахара, которые были определены в тесте и готовых изделиях. Так, количество редуцирующих сахаров в тесте для кекса составляло 23,7%; в готовом изделии в нижнем слое - 18,1 %; в среднем - 18,4%; в верхнем - 19,1%. Это также подтверждает неравномерное протекание реакции меланоидинообразования по высоте изделия и ее зависимость от температуры.

По результатам проведенных исследований можно сделать выводы: для уменьшения интенсивности протекания реакции меланоидинообразования необходимо снизить температуру термообработки и по возможности сократить длительность воздействия температурных нагрузок. Вследствие расхода аминокислот на реакцию меланоидинообразования желательнее вводить дополнительное сырье, которое имеет высокую биологическую ценность. В результате расхода редуцирующих Сахаров готовые изделия не будут иметь чрезмерно сладкого вкуса при дозировке фруктозы по единицам массы.

Фруктоза, как было установлено нами, оказывает весомое влияние на физико-химические процессы, происходящие при термообработке ДМКИ. Поэтому представ-

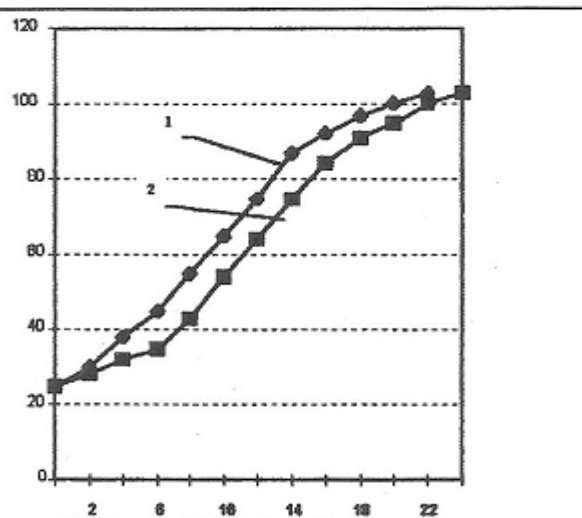


Рис. 2. Кривые кинетики прогрева теста-кекса: 1 – на фруктозе; 2 – на сахаре

ляло интерес выяснить, какое влияние она окажет на кинетику прогрева тестовых заготовок. Установление влияния фруктозы на механизм прогрева тестовых заготовок представляет как научный, так и практический интерес. Особенно это имеет важное значение при разработке рациональных режимов выпечки ДМКИ.

Определение кинетики прогрева тестовых заготовок было проведено послойно, результаты записывались на диаграммной ленте потенциометра КСП4. Для исследования применяли хромелькопелевые термодпары, горячий спай которых помещали в исследуемые образцы, холодный - в сосуд Дьюара. Кинетику прогрева исследовали для кекса на фруктозе и на сахарозе. Результаты представлены на рис. 2.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что скорость прогрева тестовой заготовки на фруктозе опережает скорость прогрева тестовой заготовки на сахарозе. Так, температура нижнего слоя (кривая 1) тестовой заготовки на сахарозе на 5-й минуте выпекания равняется 64 °C, на фруктозе - 75 °C; на 10-й минуте - 90 и 98 °C; на 15-й минуте - 97 и 102 °C; на 20-й минуте температура тестовых заготовок на сахаре и фруктозе равна 102 и 103 °C.

Температура центрального слоя тестовой заготовки на сахаре составляет 34 °C, на фруктозе - 45 °C; на 10-й минуте выпекания - 63 и 86 °C; на 15-й минуте - 88 и 97 °C; на 20-й минуте - 100 и 102 °C соответственно. Окончание процесса выпекания соответствует температуре центрального слоя 104 °C.

Для кекса на сахаре длительность выпекания составляет 23 мин, на фруктозе - 21 мин. Из приведенных данных можно сделать вывод, что продолжительность выпекания кекса на фруктозе сокращается на 6-8 %. Результаты исследований легли в основу разработки рациональных технологий на новые виды ДМКИ.