

УДК 664.165.

В.В. Дорохович, канд. техн. наук (КНТЕУ, Київ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРАДИЦІЙНИХ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ЦУКРОЗАМІННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ТІСТОВИХ МАС І ГОТОВИХ КЕКСІВ ДЛЯ ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ

Розглянуто формування структури тіста та кексів при використанні в якості цукрозамінників лактитолу та ізомальту. Доведено, що лактитол покращує структурно-механічні властивості кексів, ізомальт дещо погіршує їх. Наведені рекомендації щодо надання виробам відповідних структурних характеристик.

Цукровий діабет це хронічне захворювання при якому порушується вуглеводний, білковий, жировий обмін внаслідок недостатності в організмі людини гормону інсуліну. У наш час ця хвороба займає третє місце по розповсюдженню серед хронічних захворювань, поступаючись лише онкологічним і серцево-судинним захворюванням.

Цукровий діабет хвороба не нова, вона була відома ще 3000-1500 р до нової ери. З діабетом були знайомі лікарі Стародавнього Єгипту, Месопотамії, Греції, Риму, середньовічної Європи та східних країн. Клінічні описи діабету були здійснені Цельсом та Аретеусом у Стародавньому Римі, Авіценною (Середня Азія), Галеном, Парацельсом.

Не можна сказати, що в стародавні часи діабет зустрічався рідко, але в ХХ столітті різко збільшилась кількість хворих на це захворювання. Так у 1965 році в світі було зареєстровано 30 млн хворих цукровим діабетом, у 1972 році – вже 70 млн. На початок ХХІ століття кількість хворих досягла 150 млн. і, як вважають, за 10 років їх кількість збільшиться вдвічі і досягне 300млн. Зараз цукровим діабетом практично в кожній країні хворіє 3–5% населення, у високорозвинутих країнах – 5% [1].

На Україні офіційно зареєстровано біля 1 млн, в Росії – 2 млн. самі медики зазначають, що ці цифри потрібно збільшити в декілька раз, оскільки багато людей знаходяться на первинній стадії діабету, коли хворі ще не поставлені на диспансерний облік. Однак якою б не була форма діабету з метою боротьби з цим захворюванням і попередженням його потрібно дотримуватись правильного харчування. Протікання цього захворювання у великому ступені

залежить від харчування. Кількість вуглеводів, що споживають хворі на цукровий діабет, особливо легкозасвоєваних, потрібно обмежувати тому, що вони підвищують рівень цукру.

Вуглеводи – найбільш сильні подразники внутрішньої секреції підшлункової залози. Вони є активними стимуляторами синтезу інсуліну, якому належить найважливіша роль у регулюванні вуглеводного обміну, у дотриманні оптимального для організму гомеостазу глюкози. Багаторічне перевантаження легкозасвоєваними вуглеводами може призвести до послаблення інсулінового апарату і це може сприяти розвитку цукрового діабету.

Внаслідок цього, важливим практичним завданням є розроблення борошняних кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет.

При розробленні нових антидіабетичних виробів і організації дієтотерапії для людей, які хворіють на цукровий діабет, потрібно враховувати глікемічний індекс харчових продуктів. Так як при виготовленні традиційних кондитерських виробів в якості солодкої речовини використовують цукрозу доцільно порівняти з нею інші солодкі речовини за величиною глікемічного індексу. Як що глікемічний індекс цукрози прийняти за 100 од., то у глюкози він дорівнює 155-160, у фруктози – 25-33од [2].

Розробленням кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет займається багато вчених: в НУХТ проф.. Дорохович А.Н. і її учні Поліщук Т.Я., Корецька І.Л., Оболкіна В.І., Смик О. В., Бабіч О. В.; в КНТЕУ проф.. Пересічний М.І. та його учні Кравченко М.Ф., Федорова Д.В.; проф. Калакура М.М. та її учні Дорохович В.В., Ніколіна В.В.; в ОНАХП проф. Карнаушенко Л.І., проф.. Іоргачова Є.Г. В їх дослідженнях в якості цукрозамінників та підсолоджувачів використовувались сорбіт, фруктоза, продукти переробки стевії, отизон.

На сьогоднішній день на світовому ринку з'явилися нові цукрозамінники – лактитол та ізомальт, які ще не знайшли широке застосування при виробництві кондитерських виробів. На Україні вони ще не використовуються, тому що відсутні роботи присвячені розробленню технологій кондитерських виробів на їх основі. Для того щоб промисловість прийняла нові розробки до впровадження потрібно:

- визначити необхідні технологічні властивості нових цукрозамінників лактитолу та ізомальту,
- провести дослідження впливу цукрозамінників нового покоління на формування структури тіста та готових

виробів і порівняти його з традиційними цукрозамінниками.

Зазначені вище завдання є першочерговими комплексними (глобальними) завданнями. Борошняні кондитерські вироби (БКВ) поділяються на різні групи, які мають певні особливості структури, як тіста, так і готового виробу. Тож досліджувати вплив лактитолу та ізомальту на формування структури доцільно окремо для кожної групи виробів. Ця робота присвячена виробництву кексів.

Кекси займають значне місце в асортименті БКВ і, в наслідок цього, дані дослідження направлені на визначення впливу цукрозамінників нового покоління на структуру тіста і готових виробів та порівняння його з впливом традиційних цукрозамінників: моноцукридом фруктозою і багатоатомним спиртом сорбітом.

Сорбіт — шестиатомний спирт, представляє собою білий порошок або прозорі кристали, які викристалізуються з однією молекулою води. Солодкість сорбіту — 0,48 від солодкості цукрози, енергетична цінність — 390ккал. Температура плавлення — 100-108⁰С (373 – 381К). При споживанні сорбіту не більше 75x10⁻³ кг на добу не підвищується рівень цукру в крові[2, 3].

Фруктоза — натуральний замінник цукру, моноцукрид. Вона виробляється у вигляді кристалічного порошку або фруктозних сиропів. Фруктоза має досить високу солодкість — 1,5 – 1,7 до солодкості цукрози. Енергетично цінність близька до цукрози.

Температура плавлення кристалічної фруктози — 104⁰С(377К). Вона добре розчиняється у воді, її розчинність в воді вища за цукрозу та глюкозу. Фруктоза має досить високу гігроскопічність: вже при відносній вологості повітря 45 – 50 % вона починає сорбувати вологу. В хімічному відношенні фруктоза менш стійка, ніж цукроза та глюкоза.

Фруктоза сприятливо діє на організм людини, не викликає карієсу зубів. Так як вона всмоктується повільніше за глюкозу, споживання її не супроводжується гіперглікемією та гіперінсулінемією. Але всеж вживання фруктози хворими на цукровий діабет повинно бути обмеженим, 0,5x1,0 г на 1 кг маси тіла [2, 3].

Ізомальт — цукроспирт, відноситься до цукрозамінників другого покоління. Розробником його є фірма „Палантіній” (Німеччина). Він складається з еквімолекулярної суміші ізолятів α – D – глюкопіранози – 1,6 – D – сорбіту та α – D – глюкопіранозил – 1,6 – D – мантіту. Солодкість ізомальту складає 0,5 од. від солодкості цукрози. Ізомальт при розчиненні має невеликий ендотермічний ефект. Так теплота розчинення складає (кДж/кг): для ізомальту – 39,4, цукрози –

18,0, лактиту – 52,0, сорбіту – 121,0, тобто ізомальт є цукрозамінником з низькою прохолодувальною дією. Відомо що цукроза сприяє карієсу зубів. Карієс виникає тому, що бактерії, які є у ротовій порожнині, сприяють ферментації вуглеводів до кислот, які руйнують емаль зубів. Ізомальт попереджує розвиток карієсу зубів так як він не являється живильним середовищем для більшості бактерій, зниження рН<5,7 виключається [4].

Ізомальт в організмі повільно засвоюється, сприяє обміну речовин і ферментується головним чином у товстому кишечнику. Тому його енергетична цінність не висока – 200-240 ккал, в той час як у цукрози та фруктози вона близько – 400 ккал.

Великою перевагою ізомальту є його незначна гігроскопічність, при температурі 25⁰С він практично не сорбує вологу навіть при відносній вологості повітря 90%. Ізомальт є дуже стабільним по відношенню до дії кислот, ферментів, тепла. Температура плавлення ізомальту 145–150⁰С. Тому його можна рекомендувати використовувати при виробництві кондитерської продукції, яка підлягає дії високих температур – борошняних кондитерських виробів. Розчинність ізомальту значно менша розчинності цукрози.

Головна перевага ізомальту полягає в тому що його можна використовувати при розробленні продуктів харчування для хворих на цукровий діабет. Дослідження показали [4], що при споживанні рівної кількості цукру та ізомальту підвищення рівня глюкози в крові людини при споживанні останнього в 10 разів менше. Отже ізомальт є перспективним заміником цукру.

В останні роки на ринку з'явився новий цукрозамінники лактитол. Лактитол виробляє фірма „Пурак” (Нідерланди) під торговою маркою Лакті. Сировиною є лактоза, з якої лактитол виробляється шляхом каталітичної гідрогенізації [5].

Цукрозамінник лактитол випускається різних видів:

- „Lactu – М” – стандартний варіант лактиту з розміром частинок до 1000 мкм,
- „Lactu – М 300” – лактит з розміром частинок до 300 мкм,
- „Lactu – М 200” – лактит з розміром частинок до 200 мкм,
- „Lactu – МFP” – розмелений лактит з розміром частинок до 50 мкм,
- „Lactu – ТАВ” – гранульований лактит
- „Lactu – LH” – лактит слабогідрогенізований

Лактитол має чистий солодкий смак схожий на цукор але солодкість його складає 0,3–0,4 від солодкості цукру. Лактитол не гігроскопічний, отже вироби з ним не будуть сорбувати вологу з оточуючого середовища в процесі зберігання. Лактитол значно краще розчиняється в воді ніж ізомальт і при температурі 50⁰С його розчинність з цукрозою майже однакова. Така розчинність лактитолу дозволяє мінімізувати його технологічні затрати при заміні цукрози. Енергетична цінність лактитолу, як і ізомальту, складає 200-240 ккал. В порівнянні з такими цукрозамінниками як ксиліт та сорбіт лактитол має низький прохолоджувальний ефект, і це дозволяє використовувати його при виробництві таких виробів де прохолоджувальний ефект не бажаний.

Лактитол лише у невеликому ступені ферментується у ротовій порожнині, рН не знижується менше 5,7 після споживання продуктів з лактитолом, і це сприяє збереженню емалі зубів [5].

Головна перевага лактитолу в тому, що він не підвищує вміст цукру у крові. Тому його можна рекомендувати використовувати при виробництві кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет.

Як вже було зазначено, кекси займають вагоме місце в асортименті борошняних кондитерських виробів і користуються досить широким попитом. Кекси – це здобні борошняні кондитерські вироби з великим вмістом жирів, меланжу, цукру або цукрозамінника, і в багатьох випадках кількість кожного з вказаних компонентів перевищує кількість пшеничного борошна, яка передбачена рецептурою. Відомо, що суттєву роль у утворенні структури тіста виконує цукор. Введення цукрозамінників взамін цукру, в наслідок їх різних фізико–хімічних властивостей, буде мати суттєвий вплив на міжфазні взаємодії часток колоїдної системи, тобто на процес формування структури. Тому для розроблення нових видів кексів з використанням різних цукрозамінників необхідно знати їх вплив на структурно-механічні властивості тіста та готового кексу.

Для визначення впливу різних цукрозамінників на структурні характеристики тіста та випечених кексів їх виготовляли за наступними рецептурами (таблиця 1).

Таблиця 1. Рецептурні композиції кексів.

| Сировина | Витрати сировини | | | |
|------------------|------------------|------|------|------|
| Борошно пшеничне | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Маргарин | 83,6 | 83,6 | 83,6 | 83,6 |
| Меланж | 67,2 | 67,2 | 67,2 | 67,2 |

| | | | | |
|----------------|------|------|------|------|
| Фруктоза | 83,6 | – | – | – |
| Лактитол | – | 83,6 | – | – |
| Ізомальт | – | – | 83,6 | – |
| Сорбіт | – | – | – | 83,6 |
| Амоній | 0,37 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| Сода | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Сіль | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Ванільна пудра | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |

Як відомо, технологія кексового тіста полягає у збиванні цукрово–масляної суміші з поступовим додаванням меланжу при безперервному збиванні, внесенні розпушувачів, ароматизаторів, борошна та замішуванні тіста. Під час збивання цукрово-масляно-меланжної суміші маса насичується повітрям і набуває пухкої структури. При перемішуванні маси з борошном отримують ніжну, сметаноподібну консистенцію тіста. В цьому випадку щільність тіста буде обумовлювати щільність готового виробу, яка має значну роль у забезпеченні його якості. В наслідок цього доцільним було визначити щільність тіста для кексів, яке виготовлено з використанням різних цукрозамінників. Результати досліджень представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Щільність тіста кексів на цукрозамінниках.

| Тісто виготовлене на | Фруктозі | Лактитолі | Ізомальті | Сорбіті |
|------------------------------------|----------|-----------|-----------|---------|
| Щільність тіста, кг/м ³ | 960 | 890 | 1080 | 990 |

Як видно з наведених результатів досліджень цукрозамінники нового покоління лактитол та ізомальт по різному впливають на структуру тіста. Тісто на лактитолі має значно меншу щільність не тільки у порівнянні з ізомальтом, але і у порівнянні з тістом на традиційному цукрозаміннику – сорбіті, а також з тістом на фруктозі, яку все ширше використовують. Як що щільність тіста кексу виготовленого на сорбіті прийняти за 100%, то тісто виготовлене на фруктозі буде мати щільність меншу на 3 %, а лактитолі на 10%. Тісто ж на ізомальті буде мати щільність більшу на 10%. Можна припустити, що однією з причин ущільнення структури тіста є різна розчинність цукрозамінників. Так при температурі 20⁰С розчинність фруктози – 79% , сорбіту – 73 %, лактитолу – 53%, ізомальту – 26%, цукрози – 67%. З підвищенням температури розчинність лактитолу наближається до розчинності цукру, розчинність ізомальту залишається на багато нижчою. Але потрібно зважати і на те, що різні цукрозамінники по різному можуть взаємодіяти з рецептурними

компонентами системи: білками, ліпідами, і це питання потребує подальшого вивчення.

Дослідження по визначенню органолептичних характеристик та щільності готових кексів показали, що різні цукрозамінники по різному впливають на ці показники. В таблиці 3 наведена характеристика органолептичних показників кексів.

Таблиця 3. Органолептичні показники кексів з різними цукрозамінниками.

| Найменування показника | Характеристика показника кексів на | | | |
|------------------------|---|---|---|---|
| | фруктозі | лактитолі | сорбіті | ізомальт |
| Форма | Відповідна даному найменуванню виробу | | | |
| Поверхня | З характерними тріщинами, поверхня між ними гладенька | З невеликими тріщинками, відсутній характерний „горбик” на верхній поверхні | Має тріщини, але менші ніж у кексу на фруктозі, поверхня між ними гладенька | Мають не ярко виражені тріщинки на поверхні, поверхня нерівна імітує „помаранчеву” кожуру |
| Колір | Коричневий | Світло-жовтий | Світло-жовтий | Жовтий |
| Вид зламі | Достатньо розвинута пористість | | | Пористість та висота підйому менша ніж в інших виробих |
| Смак та запах | Інтенсивно солодкий, | Слабо–солодкий | | |
| | Безсторонніх присмаків та запахів | | | |

Отже за майже за всіма органолептичними показниками виробу на цукрозамінники нового покоління – лактитолі аналогічні до виробів на сорбіті і фруктозі. З усіх цукрозамінниках найбільш темний колір поверхні має кекс на фруктозі. Відмічено також більш інтенсивне забарвлення центральних шарів кексу. Як було доведено попередніми дослідженнями автора, це можна пояснити реакцією меланоїдиноутворення та частковою деструкцією фруктози [6]. Температура плавлення ізомальту та лактитолу значно вище ніж у фруктози і внаслідок цього, при температурах випікання, деструкція їх не відбувається. Щодо солодкого смаку, то для його інтенсифікації можна рекомендувати використовувати підсолоджувачі з високою інтенсивністю солодкого смаку. В такому разі, внаслідок незначної їх

кількості у рецептурній композиції вони не будуть впливати на формування структури виробу. Кекси на ізомальті мають меншу пористість та підйом виробу при випіканні і це потребує певних технологічних заходів по покращенню структури виробу.

Визначення щільності готових виробів (таблиця 4) підтверджують різний вплив цукрозамінників на структуру кексу.

Таблиця 4. Щільність готових кексів

| Кекс виготовлений на | фруктозі | лактитолі | ізомальті | сорбіті |
|------------------------------|----------|-----------|-----------|---------|
| Щільність, кг/м ³ | 510 | 400 | 530 | 520 |

За результатами досліджень можна зробити висновок, що кекс на лактитолі має найменшу щільність, а на ізомальт найбільшу більшу.

Підводячи підсумки можна зробити висновок, що нові цукрозамінники: лактитол та ізомальт доцільно використовувати при виробництві кексів. Потрібно відзначити, що лактитол покращує структурно-механічні властивості кексів, а для збільшення солодкості, якщо виникне потреба, доцільно використовувати або фруктозу, або природні цукрозамінники, наприклад, стевіозид. Ізомальт дещо погіршує структурно-механічні властивості готового кексу і для їх поліпшення потрібно провести комплекс заходів, які направлені на надання виробам відповідних структурних характеристик.

Лактитол і ізомальт мають низьку гігроскопічність, що дуже важливо при виробництві та зберіганні різних видів печива. Для кексів важливо знати вплив нових цукрозамінників на вологоутримуючу здатність і зміни стану ліпідного комплексу в процесі зберігання. Цим питанням будуть присвячені наступні дослідження.

Список літератури

1. Астамірова Х., Ахманов Х. Настольная книга диабетика. – М.: Изд-во «Ексмо-пресс», 2001.
2. Смоляр В.І. Рациональное питание. – К.: Наук. Думка, 1991.
3. Крутошиконова А., Угер М. Подслащающие вещества в пищевой промышленности. – М.: Агропомиздат, 1998.
4. Рекламний проспект фірми „Палатіні”.
5. Рекламний проспект фірми „Purac”.
6. Дорохович В.В. Влияние фруктозы на физико-химические и теплообменные процессы при выпечке диабетического кекса // Пищевая промышленность. – 2000. – №9. – С. 34–39.