

## INFLUENCE OF MALTITOL, ISOMALTITOL, ERYTHRITOL ON THE FORMATION OF GLUTEN COMPLEX

V. Dorohovych, A. Donets, V. Sulyma, T. Doroshenko

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Diabetes mellitus*  
*Sugar substitutes*  
*Maltitol*  
*Isomaltitol*  
*Erythritol*  
*Gluten*  
*Gingerbread*

---

**Article history:**

Received 06.03.2019  
Received in revised form  
27.03.2019  
Accepted 04.04.2019

---

**Corresponding author:**

V. Dorohovych  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The expediency of development of pastry products with the use of sugar substitutes is shown and the results of the research of influence of sugar substitutes – polyols on gluten complex are given in the article. The purpose of the study is to determine the effects of maltitol, erythritol on the gluten complex and to specify the results regarding the effect of isomaltol. The objects of the study were model systems of wheat flour, sugar and sugar substitutes at dose levels of 20% and 30% by weight of wheat flour.

Gluten was washed manually and examined according to the following indices: mass fraction of raw gluten, elasticity (index of FDM), elongation, hydrational ability. It has been established that maltitol, isomaltitol, erythritol as well as sugar cause a mass fraction of wet gluten, decline in the FDM hydrational ability and elasticity that contribute to some strengthening of gluten. FDM index that the most objectively describes the gluten strength, when using sugar and sugar substitutes in an amount of 20% and 30% by weight of wheat flour decreases in samples with sugar by 4...7%, with isomaltitol — by 7...10%, with maltitol — by 8...11%, with erythritol — by 7...10%. The indicated effect of white sugar and sugar substitutes — polyols may be explained by their dehydration properties. The difference in action of sugar and sugar substitutes — polyols: maltitol, isomaltitol, erythritol on the formation of gluten is moderated, which makes it possible to predict the possibility of their use in the technology of different groups of pastry products, including gingerbread. Development of technologies of pastry products using maltitol, isomaltitol, erythritol, with low and very low glycemic index will help to expand the range variety of products that patients with diabetes can consume.

---

DOI: 10.24263/2225-2924-2019-25-2-28

---

## ВПЛИВ МАЛЬТИТОЛУ, ІЗОМАЛЬТИТОЛУ, ЕРИТРИТОЛУ НА ФОРМУВАННЯ КЛЕЙКОВИННОГО КОМПЛЕКСУ

В.В. Дорохович, А.С. Донець, В.С. Сулима, Т.В. Дорошенко

Національний університет харчових технологій

*У статті обґрунтовано доцільність розроблення борошняних кондитерських виробів із застосуванням цукрозамінників і наведено результати*

дослідження впливу цукрозамінників-поліолів на клейковинний комплекс. Метою дослідження є встановлення впливу мальтитолу, еритритолу на клейковинний комплекс та уточнення даних щодо впливу ізомальтитолу. Об'єктом дослідження були модельні системи з пшеничним борошном, цукром білим і зазначеними цукрозамінниками при дозуванні їх 20% та 30% до маси пшеничного борошна.

Клейковину відмивали вручну та досліджували за такими показниками: масова частка сирової клейковини, пружність (показник ІДК), розтяжність, гідратаційна здатність. Встановлено, що мальтитол, ізомальтитол, еритритол, як і цукор білий, спричиняють зменшення масової частки сирової клейковини, зниження показника ІДК, гідратаційної здатності та розтяжності, тобто сприяють укріпленню клейковини. Показник ІДК, який найбільш об'єктивно характеризує міцність клейковини, при застосуванні цукру та цукрозамінників у кількості 20% та 30% до маси пшеничного борошна знижується у зразках з цукром на 4...7%, з ізомальтитолом — 7...10%, з мальтитолом — 8...11%, з еритритолом — 7...10%. Зазначений вплив цукру білого та цукрозамінників-поліолів може бути пояснений їх дегідратаційними властивостями. Відмінність у дії цукру і цукрозамінників: мальтитолу, ізомальтитолу, еритритолу на формування клейковини помірна, що дає можливість прогнозувати можливість їх застосування в технології різних груп борошняних кондитерських виробів, зокрема пряників. Розроблення технологій борошняних кондитерських виробів із застосуванням мальтитолу, ізомальтитолу, еритритолу, що мають низький та дуже низький глікемічний індекс, сприятиме розширенню асортименту виробів, які можуть споживати хворі на цукровий діабет.

**Ключові слова:** цукровий діабет, цукрозаміники, мальтитол, ізомальтитол, еритритол, клейковина, пряники.

**Постановка проблеми.** Нині в усьому світі спостерігаються тенденції до збільшення захворюваності на цукровий діабет.

Цукровий діабет — це хронічне захворювання, яке призводить до порушення вуглеводного, білкового та жирового обміну, що обумовлено нестачею в організмі гормону інсуліну. Із захворюванням на цукровий діабет були знайомі лікарі Стародавнього Єгипту, Месопотамії, Греції, Риму, середньовічної Європи та східних країн [1]. Однак збільшення захворюваності на цукровий діабет спостерігається в останнє сторіччя, особливо в теперішній час. Медики прогнозують приріст захворюваності до 2030 року на цукровий діабет в Україні на 85% порівняно з 2015 роком [2; 3]. Це обумовлює необхідність розроблення кондитерських виробів, зокрема пряників, які б могли споживати хворі на цукровий діабет та особи з порушеною толерантністю до глюкози. В таких виробках потрібно застосовувати альтернативні до цукру солодкі речовини, які мають низький глікемічний індекс і дозволені до споживання хворим на цукровий діабет.

Борошняні кондитерські вироби (БКВ) відомі людству ще з давніх часів. Сьогодні їх виготовляють на кондитерських фабриках, у кондитерських цехах

хлібокомбінатів, пекарнях тощо. До БКВ відносять печиво, пряники, кекси, мафіни, вафлі, рулети, торти, тістечка. Потрібно зазначити, що, наприклад, торти та тістечка можуть виготовлятися на основі різних борошняних напівфабрикатів: бісквітний, пісочний тощо. Асортимент БКВ різноманітний, для їх виготовлення застосовують різні види тіста, які мають технологічні відмінності. А саме: різний рецептурний склад, різні умови приготування тіста, термооброблення тощо. Однак в усіх борошняних кондитерських виробках основною сировиною є борошно та цукор або цукрозамінники у виробках спеціального призначення. До борошна, що застосовується для виробництва борошняних кондитерських виробів, висувається низка вимог, одна з яких стосується кількості та якості клейковини. Так, для виготовлення вафель рекомендовано використовувати борошно із слабкою клейковиною, масова частка якої не більше 32%, для цукрового печива підійде борошно з кількістю клейковини 28...36% (слабкої та середньої), для пряників — борошно, в якому 32...34% сирієї клейковини [4]. На формування клейковинного комплексу в тісті для БКВ впливають наявні в них рецептурні інгредієнти, зокрема цукор. Цукор обмежує набухання білків борошна, здійснює дегідратаційний вплив, що відображується на кількісних і якісних показниках клейковини. Застосування цукрозамінників також може впливати на стан клейковинного комплексу, відповідно, це буде мати вплив на структурні показники тістових мас і готових виробів. Тому визначення впливу цукрозамінників на формування клейковинного комплексу є доцільним.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Основною традиційною речовиною, яка обумовлює солодкий смак пряників, є цукор. Цукор при виробництві пряників виконує роль не тільки носія солодкого смаку, а й структуроутворювача. Для того, щоб борошняні кондитерські вироби, зокрема пряники, можна було споживати хворим на цукровий діабет, потрібно виключити з рецептурного складу цукор і застосувати цукрозамінники, які мають низький і дуже низький глікемічний індекс. До таких цукрозамінників відносяться ізомальтитол, мальтитол, еритритол [5; 6].

У [7] визначено вплив сорбітолу на колоїдно-хімічні, структурно-механічні та теплообмінні властивості розчинів і тістових мас різної структури. У [8] досліджено процес піноутворення свіжого та сухого яєчного білка: кінетика піноутворення, стійкість піни та вплив на неї лактитолу й ізомальтитола. У [9] визначено вплив лактитолу та фруктози на в'язкість розчинів, формування клейковинного комплексу, структурні властивості модельних тістових мас на пшеничному борошні. Групою авторів визначено технологічні (поверхневий натяг, температуру плавлення, сорбційно-десорбційні властивості, вплив на піноутворювальну здатність меланжу) властивості цукрозамінників-поліолів: сорбітолу, лактитолу, ізомальтитола, мальтитола, еритритолу [10].

Мальтитол, ізомальтитол, еритритол відносяться до цукрозамінників «нового покоління» і кожен з них має певні позитивні властивості [5; 6].

Ізомальтитол характеризується дуже низьким глікемічним індексом — 9%, має відносно низьку калорійність — 2,4 ккал/г. Однак солодкість його значно менша, ніж у цукру — 0,5 SES. Мальтитол має значно вищий глікемічний індекс — 30%. У той же час він характеризується явно вираженим солодким

смаком — 0,9 SES. Еритритол має практично нульовий глікемічний індекс та дуже низьку калорійність ~ 0,2 ккал, досить виражений солодкий смак — 0,65...0,75 SES, що робить його перспективним заміником цукру.

За результатами наших досліджень встановлена потенційна можливість застосування зазначених цукрозамінників при виготовленні пряників.

В утворенні структури пряничного тіста досить значна роль припадає на білкові речовини пшеничного борошна, які утворюють клейковинний каркас. Формування клейковинного каркасу є одним з факторів, що обумовлює структуру пряничного тіста і, відповідно, готових виробів.

**Метою досліджень** є визначення впливу цукрозамінників поліолів мальтитулу, еритритолу на формування клейковинного комплексу та уточнення впливу ізомальтитулу. Дослідження з визначення впливу ізомальтитулу на формування клейковинного комплексу доцільно було повторно провести з точки зору коректного проведення досліджень (в однакових умовах, з однією сировиною) з метою прогнозування можливості їх використання в технології пряників.

**Матеріали і методи.** Клейковину з досліджуваних моделей відмивали вручну за традиційною методикою, температура води 18°C. Досліджувалися такі моделі:

- борошно-вода (контроль).
- борошно-вода-цукор білий,
- борошно-вода-мальтитол,
- борошно-вода-ізомальтитол,
- борошно-вода-еритритол.

**Викладення основних результатів досліджень.** Клейковина в основному складається з гліадіну та глютеніну, які нерозчинні у воді. «Сила» борошна значною мірою обумовлюється якісними показниками клейковини і, у свою чергу, впливає на структурно-механічні властивості тіста. Структурно-механічні властивості тіста впливають на якість технологічного процесу (наприклад, замішування тіста, формування тістових заготовок) і якісні показники випечених борошняних кондитерських виробів, зокрема пряників. На формування клейковинного комплексу значною мірою впливає цукор. У разі застосування цукрозамінників вони також будуть впливати на формування клейковини, що певною мірою обумовлює структурні властивості пряничного тіста.

Результати досліджень впливу цукрозамінників на клейковинний комплекс наведено в таблиці. Кількість цукру білого та цукрозамінників у наведених дослідах 20% та 30% до маси пшеничного борошна вищого сорту.

*Таблиця. Вплив цукрозамінників на формування клейковинного комплексу*

Досліджувана модель	Масова частка клейковини, %	Показник приладу ІДК 2, од. прил	Гідратаційна здатність, %	Розтяжність, см
1	2	3	4	5
Борошно-вода	33,7	74	206	14,0
20% цукру білого та цукрозамінників				

1	2	3	4	5
Борошно-цукор-вода	31,7	71	202	13,1
Борошно-ізомальтитол-вода	32,1	69	201	12,5
Борошно-мальтитол-вода	30,1	68	185	12,1
Борошно-еритритол-вода	32,5	69	194	12,7
30% цукру білого та цукрозамінників				
Борошно-цукор-вода	29,8	69	198	12,9
Борошно-ізомальтитол-вода	30,1	67	198	11,9
Борошно-мальтитол-вода	28,8	66	183	11,0
Борошно-еритритол-вода	31,2	67	196	12,3

Аналіз отриманих даних показує, що за умови використання цукру та цукрозамінників масова частка клейковини, її гідратаційна здатність і розтяжність зменшуються, відбувається незначне укріплення клейковини. Така тенденція спостерігається при дозуванні цукру та цукрозамінників 20% та 30%, у разі дозування 30% вона більш виражена.

Якщо досліджувані показники моделі борошно-вода прийняти за 100%, то зменшення масової частки сирової клейковини в моделях з цукром складе 88...94%, з ізомальтитолом — 89...95%, з мальтитолом — 85...89%, з еритритолом — 92...96%. Тобто досліджувані моделі (у міру зменшення масової частки клейковини) можна розташувати таким чином: модель з еритритолом > модель з ізомальтитолом > модель з цукром > модель з мальтитолом. Зниження масової частки клейковини може бути пояснена дегідратуючою здатністю цукрозамінників і цукру.

У разі застосування цукрозамінників, як і цукру білого, відмічається зниження значення показників ІДК, що свідчить про укріплення клейковини. Так, при застосування цукру та цукрозамінників у кількості 20% та 30% до маси пшеничного борошна відбувається зниження показників ІДК у зразках з цукром на 4...7%, з ізомальтитолом — 7...10%, з мальтитолом — 8...11%, з еритритолом — 7...10%. Зниження показника ІДК свідчить про укріплення структури клейковини.

Гідратаційна здатність клейковини та її розтяжність у разі застосування цукрозамінників і цукру також знижується, що пов'язано з укріпленням структури клейковини й узгоджується з даними, отриманими за допомогою ІДК. Встановлені тенденції щодо впливу ізомальтитолу на кількість сирової клейковини та її якісні показники узгоджуються з результатами попередніх досліджень.

Вплив цукру та цукрозамінників на формування клейковинного комплексу можна пояснити так: під час замішування тіста на пшеничному борошні гліадин і глютенін набухають та утворюють клейковинний каркас. Набухання відбувається ступінчасто і в результаті відбувається дифузія молекул води в середину міцел колоїдів. У воді в розчиненому стані знаходяться (відповідно

до досліджуваних моделей) цукор білий, ізомальтитол, мальтитол, ерититол. Міцели колоїдів можна розглядати, як осмотичну комірку, всередині якої є низькомолекулярні розчинні фракції, завдяки чому виникає надлишковий осмотичний тиск і відбувається проникнення води в середину міцел. Осмотичний тиск залежить від концентрації низькомолекулярної фракції в середині міцел і від концентрації розчину, який знаходиться ззовні міцел. Кількість води, яку поглинають міцели колоїдів, буде залежати як від концентрації низькомолекулярної фракції всередині міцел, так і від концентрації розчинів зовні. Найбільшу набухлість міцели колоїдів будуть мати тоді, коли для замішування тіста використовується чиста вода, а не розчин цукру або цукрозамінника (контрольний зразок — борошно вода).

Наведені дані показують, що на утворення клейковинного комплексу надходить менша кількість води і тому міцність клейковини при додаванні цукрозамінників та цукру буде більшою, ніж у контрольної моделі. Це пояснює і те, чому гідратація клейковини та її розтяжність найбільша у контрольного зразка.

### Висновки

Отже, вплив цукрозамінників на формування клейковинного комплексу за якісною ознакою аналогічний до впливу цукру білого, а за кількісною характеристикою він відрізняється, однак відмінність ця помірна, що дає змогу прогнозувати можливість використання цукрозамінників у виробництві різних груп борошняних кондитерських виробів, зокрема пряників.

### Література

1. Астамирова Х., Ахманов М. Настольная книга диабетика. Москва, 2001. 400 с.
2. Міжнародна Діабетична Федерація (IDF). URL: <http://www.idf.org>.
3. IDF Diabetes Atlas. 2015. 4 th ed. Online version of IDF Diabetes Atlas: [www.idf.org.diabetesatlas](http://www.idf.org.diabetesatlas).
4. Драгилев А.И., Сезанаев Я.М. Производство мучных кондитерских изделий : учебное пособие. Москва, 2000. 448 с.
5. Корпачов В.В. Сахара и сахарозаменители. Киев, 2004. 320 с.
6. Cambridge university press. URL: <https://www.cambridge.org/.../div-class-title-tolerance-to-low>.
7. Полищук Т.Я. Разработка рациональных технологий производства диабетических мучных кондитерских изделий: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: 05.18.01. Киев, 1990. 24с.
8. Прилуцька Л.П. Удосконалення технологій білково-збивного печива на основі цукрозамінників : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.18.01. Київ, 2010. 20с.
9. Яременко О.М. Удосконалення технології печива шляхом зниження глікемічності, калорійності та покращення фізіологічної цінності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.18.01 Київ, 2010. 20 с.
10. Дорохович А.М., Дорохович В.В., Мурзін А.В., Бадрук В.В., Абрамова А.Г., Єстремська Я.С. Фізико-хімічні, технологічні, фізіологічні властивості поліолів та цукрі. Харчова наука і технологія. 2013. № 1(22). С. 73—76.