

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПОМАДНИХ ЦУКЕРОК, ВИГОТОВЛЕНИХ НА ОСНОВІ КОМБІНАЦІЇ ЦУКРІВ ЛАКТОЗИ ТА ФРУКТОЗИ

Дорожинська О. С., Кохан О. О., Чернишева А. В.

### ВСТУП

Харчування є одним з основних факторів, що визначають стан здоров'я людини, фізичну і розумову працездатність, тривалість життя, резистентність організму до захворювань і шкідливих факторів навколишнього середовища. Люди все частіше стали замислюватись над тим, яким продуктам харчування слід віддавати перевагу в своєму щоденному раціоні, для того щоб знизити до мінімуму розвиток вже наявних захворювань<sup>1</sup>. На сьогоднішній день здоровий спосіб життя став невід'ємною частиною нашого щодення: спорт і фізична активність, максимально корисні і мінімально калорійні продукти є основою гарного самопочуття.

Останніми роками ВООЗ наполегливо рекомендує збільшувати виробництво харчових продуктів за такими напрямками:

- впроваджувати вироби без цукру або зі зниженим вмістом цукру, з метою зниження калорійності та показника глікемічності харчових продуктів;
- збільшувати частку функціональних харчових продуктів, тобто продуктів, до складу яких входять функціональні сировинні інгредієнти;
- розширювати асортимент продуктів спеціального призначення із врахуванням вікових особливостей, фізичного навантаження, стану здоров'я споживачів<sup>2</sup>.

Однак, лишається ще досить великий відсоток людей, хто не може відмовитись від «некорисної» їжі, тим паче якщо вона приносить задоволення, а це особливо стосується споживання солодощів. Тому існує потреба удосконалення рецептур та технологій різних груп

---

<sup>1</sup> Волкова Т. В., Миронюк С. С. Перспективи виробництва продуктів оздоровчого харчування *Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції в заочній формі (Умань, 7 квітня 2020 року). Умань, 2020. С. 92–94.

<sup>2</sup> Яременко О. М., Удосконалення технологій печива шляхом зниження глікемічності, калорійності та покращення фізіологічної цінності : автореферат дисертації. ... кандидата технічних наук : 05.18.01. Київ, 2010 р. С. 22.

кондитерських виробів, щоб мінімізувати їх негативний вплив на здоров'я споживачів і збільшити корисний ефект від їх споживання. Наразі, сучасний ринок харчових інгредієнтів пропонує застосування різноманітних заміників цукру білого кристалічного та підсолоджувачів для розробки харчових продуктів, що можуть мати статус «виріб без цукру» чи «виріб без додавання цукру»; «виріб зі зниженою калорійністю / глікемічністю». Використання таких інгредієнтів для покращення харчового статусу продукту є однією з основних рушійних сил для розробки нових виробів, які не тільки мають подібні органолептичні властивості, як і вироби на основі сахарози, але також пропонують споживчі переваги, включаючи зниження калорійності, збільшення користі для травлення та запобігання розвитку захворювань за допомогою таких стратегій, як дієтичний контроль глікемії<sup>3</sup>.

Помадні цукерки, користуються значним попитом у населення по всьому світі, тому обсяги їх виробництва з кожним роком збільшуються. Усі види помадних цукерок мають високу калорійність, глікемічність і в їх складі практично відсутні функціональні інгредієнти. Тому вдосконалення технології помадних цукерок та їх хімічного складу у напрямі зниження глікемічності, калорійності, збагачення функціональними інгредієнтами є актуальним завданням, що вимагає уваги та потребує реалізації.

Основним процесом в технології помадних цукерок є складний процес кристалізації цукру з пересиченого розчину, який потрібно проводити за відповідних умов для отримання якісної дрібнокристалічної помадки. Тому застосування саме групи підсолоджуючих речовин в цьому виробі є безперспективним, адже в помадних цукерках цукор виконує роль головного структуроутворювача виробу.

При аналізі літературних джерел в цьому напрямку були відмічені наукові розробки щодо виготовлення помадних цукерок без використання традиційного цукру білого кристалічного. Так, науковці пропонували в своїй роботі повністю замінити сахарозу на поліоли: ксилітол та сорбітол<sup>4</sup>. На нашу думку, поліоли виконують ролі структуроутворювачів і мають класифікуватися саме як цукрозамінники, однак досі поліоли відносяться Комісією Кодекс Аліментаріус до групи підсолоджувачів. Норма споживання поліолів

---

<sup>3</sup> Kay O'Donnell, Malcolm Kearsley Sweeteners and sugar alternatives in food technology: book. Oxford, 2012. P. 490.

<sup>4</sup> Atsukawa K., Kudo S., Amari S., Takiyama H. Increase of solidification rate to improve quality of productivity for xylitol/sorbitol crystalline candy products. *Journal of Food Engineering*. 2020. № 268. P. 1–6. DOI :10.1016/j.jfoodeng.2019.10973

є регламентованою<sup>5</sup>, відповідно, і споживання виробів на їх основі має бути в регламентованих межах.

Тому, на нашу думку, перспективним напрямком роботи є отримання помадних цукерок при повній заміні цукру білого кристалічного на інші види цукрів, які мають досвід застосування при розробці кондитерської продукції. Однак, всі вони володіють різними технологічними властивостями, що можуть суттєво впливати на кожну технологічну операцію з виробництва помадних цукерок. В таблиці 1 наведені основні властивості цукрів, що можуть застосовуватися при виробництві кондитерських виробів.

Таблиця 1

### Основні властивості цукрів<sup>6</sup>

Цукор	Розчинність при 20°C, %	Глікемічний індекс, од.	Калорійність, ккал/г	Температура плавлення, °C	Одиниці солодкості, од.
Сахароза	69,0	68,0	4,0	180,0	1,00
Глюкоза	47,0	100,0	4,0	146,0	0,80
Фруктоза	78,0	20,0	4,0	104,0	1,50
Лактоза	16,0	45,0	4,0	252,0	0,35

В наших дослідженнях пропонуємо використовувати комбінацію молочного цукру лактози в поєднанні з гігроскопічною фруктозою. Така комбінація забезпечить зниження показника глікемічності готового продукту за рахунок низького глікемічного індексу цих цукрів, що дозволить вживати солодку продукцію людям хворим на цукровий діабет, тим хто має преддіабетичний стан, а також всім споживачам, хто слідкує за своїм здоров'ям і розуміє важливість збалансованого харчування.

### 1. Дослідження впливу лактози та фруктози на зміну технологічних параметрів виробництва помадних цукерок

Враховуючи різні фізико-хімічні та технологічні властивості досліджуваних цукрів для отримання помадної маси кристалічної структури на їх основі був проведений комплекс досліджень по

<sup>5</sup> Codex Alimentarius. General standard for food additives. Codex stan 192-1995. Revision 2021. 502 p.

<sup>6</sup> Дорохович, А. М. Цукри, цукрозамінники, підсолоджувачі та їх використання при виробництві кондитерських виробів. *Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 2017 року). Київ: НУХТ, 2017. С. 103–110.

підбору оптимального дозування рецептурних компонентів. На першому етапі перед нами постало завдання отримати помадну масу на основі досліджуваних цукрів з дрібнокристалічною структурою, яка б наближалася до структури помадних цукерок виготовлених на основі цукру білого кристалічного. На початку експериментальних досліджень було виготовлено помадну масу із повною заміною цукру білого кристалічного на лактозу. Однак, нами було відмічено, що повна заміна сахарози на лактозу в рецептурі цукерок, які мають дрібнокристалічну структуру не можлива. Це пов'язано з суттєвою відмінністю фізико-хімічних показників цих цукрів, а особливо розчинністю, адже на етапі утворення помади лактоза викристалізовується, утворюючи грубокристалічну помадну масу, що суттєво погіршує якість отриманих цукерок.

Саме тому було запропоновано використовувати лактозу з низькою розчинністю у комбінації із моносахаридом фруктозою. За рахунок своєї високої розчинності та гігроскопічної здатності фруктоза сповільнює утворення крупних кристалів лактози під час помадоутворення, затримує процес десорбції продукту на етапі його зберігання. В ході експериментальних досліджень нами було встановлено, що оптимальним співвідношенням цукрів лактози і фруктози є співвідношення 1:1<sup>7</sup>. Також в рецептурі помадних цукерок без застосування цукру білого кристалічного було запропоновано відмовитися від внесення штучних смако-ароматичних речовин та барвників, а передбачити внесення лише какао-порошку. Цей рецептурний компонент буде позитивно впливати на органолептичні показники готових виробів, що можуть мати статус виробу з «чистою етикеткою», що також наразі є дуже актуальним трендом.

Варто відмітити, що змінюючи вуглеводний склад виробів, необхідно дослідити його вплив і на зміну технологічних параметрів їх виробництва.

Виробництво помадних цукерок на основі лактози і фруктози включає наступні стадії технологічного процесу: підготовку сировини до виробництва; приготування рецептурної суміші; приготування помадного сиропу з вмістом сухих речовин в межах 89–90 %; отримання помадної маси шляхом збивання помадного сиропу з одночасним його охолодженням; темперування цукеркової помадної

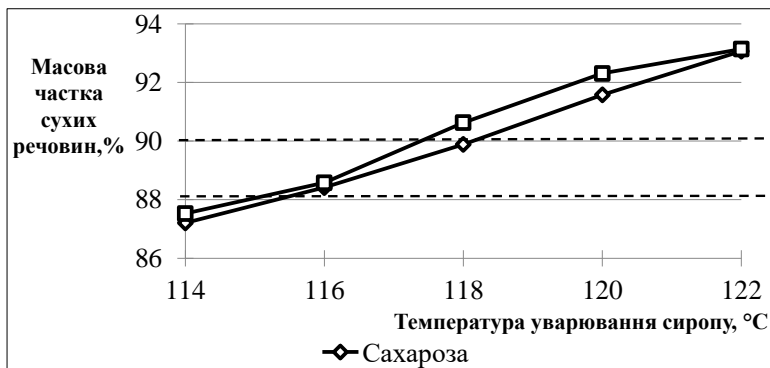
---

<sup>7</sup> Онофрійчук О. С., Кохан О. О. Дослідження впливу різних цукрів (глюкози, фруктози, лактози) на технологічні операції виробництва цукерок кристалічної структури. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*. Ч 1. : матеріали 83 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів (5–6 квітня 2017 р. Київ) Київ : НУХТ, 2017. С. 164.

маси; формування виробів способом відливання у форми; структуроутворення корпусів; виймання виробів із форм; загортання та пакування готових цукерок<sup>8</sup>.

При приготуванні помадних сиропів з використанням досліджуваних цукрів було доцільно встановити їх кінцеву температуру уварювання, щоб забезпечувала можливість самочинної кристалізації цукрів на етапі помадозбивання. Цей показник корелює з масовою часткою сухих речовин в сиропах. При виробництві класичних помадних цукерок на основі сахарози кінцева температура уварювання помадного сиропу становить 116–118 °С, за таких умов досягається необхідний вміст сухих речовин помадного сиропу – 88–90 %, за якого в процесі збивання відбуватиметься пересичення його пересичення, що забезпечуватиме проходження процесу самочинної кристалізації цукру.

Однак, враховуючи той факт, що досліджувані цукри мають різні властивості, це впливатиме на те, що за однакової температури уварювання можуть утворюватися помадні сиропи різної концентрації. Тому нами було проведено дослідження динаміки накопичення сухих речовин помадними сиропами з різним вуглеводним складом за різних температур уварювання. Результати проведених досліджень представлені на рисунку 1.



**Рис. 1. Графік зміни масової частки сухих речовин помадних сиропів на основі досліджуваних цукрів залежно від температури уварювання**

<sup>8</sup> Дорохович А. М., Ковбаса В. М. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів : лабораторний практикум. Київ : Інкос, 2015. 632 с.

Аналізуючи отримані дані (рис.1) можна побачити схожу тенденцію щодо накопичування сухих речовин під час процесу уварювання помадних сиропів на сахарозі та на основі комбінації лактози і фруктози. Так, при температурі 114 °С вміст сухих речовин у контрольному зразку становив 87,21 %, в зразку на основі лактози і фруктози 87,53 %, а при температурі 122 °С – 93,07 % та 93,14 % відповідно.

Ця обставина дозволяє припустити, що для досягнення значення масової частки сухих речовин 88,0–90,0 % сиропом на основі лактози і фруктози процес його уварювання теж слід проводити до кінцевої температури в межах 116–118 °С. Отже, ця обставина дозволяє казати, що на етапі приготування помадного сиропу зі зміненим вуглеводним складом змін параметрів цієї технологічної операції не потребується.

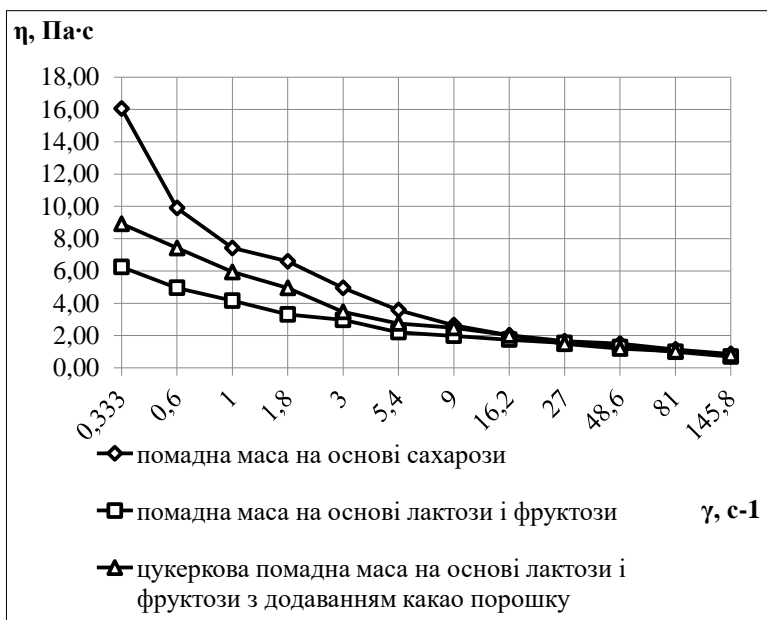
З метою вибору раціональних режимів формування помадних цукерок найпоширенішим способом – відливанням та забезпечення гарної якості готових виробів було проведено вивчення в'язкісних характеристик помадних мас на основі сахарози (контроль) та комбінації лактози та фруктози. Дослідження проводили на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2» при температурі помадних мас 75–80 °С, бо саме такі параметри застосовуються при формування цукерок на основі цукрової помади.

Згідно отриманих даних зображених на рисунку 2 можна відмітити, що для досліджуваних помадних мас характерна не пропорційна залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву, яка властива неньютонівським системам<sup>9</sup>.

З графіку видно, що зі збільшенням градієнту швидкості до 27 с<sup>-1</sup> відбувається інтенсивне зниження ефективної в'язкості маси, у зв'язку з руйнуванням її структури, яке зумовлене розривом зв'язків та орієнтації частинок твердої фази в дисперсійному середовищі, що призводить до переходу помадної маси із зв'язанодисперсного у вільнодисперсний стан. При градієнту швидкості більше 27 с<sup>-1</sup> в'язкість помадних мас змінюється незначно, що відповідає в'язкості зруйнованої структури.

---

<sup>9</sup> Левіт І. Б., Сукманов В. О., Афенченко Д. С. Реологія харчових продуктів : підручник. Полтава : ПУЕТ, 2015. 540 с.



**Рис. 2. Залежність динамічної в'язкості досліджуваних зразків помадної маси від швидкості зсуву**

Порівнюючи дані представлені на рисунку 2, можна побачити, що початкова в'язкість помадної маси на основі лактози і фруктози є значно нижчою порівняно із зразком на сахарозі. Це можна пояснити здатністю моно- та дисахаридів утворювати системи різної в'язкості. Дисахариди утворюють системи вищої в'язкості завдяки їх більшій молекулярній масі, у зв'язку з чим енергія зв'язування ними диполів води у гідратному шарі буде більшою. Звідси, рух молекул води біля крупних молекул дисахаридів менший у порівнянні з молекулами води біля молекул моносахаридів<sup>10</sup>. Окрім того, суттєве зниження в'язкості помадної маси зумовлене властивістю фруктози не викристалізуватися із пересичених розчинів, що спричинятиме зміщення рівноваги між твердою і рідкою фазами в бік останньої. Внесення до складу помадної маси на основі лактози і фруктози какао-порошку спричинило збільшення показника початкової в'язкості на

<sup>10</sup> Камбулова Ю. В. Наукове обґрунтування технологій кондитерських виробів пониженого цукровмісту і енергетичної цінності з лінною і драгле-подібною структурою: автореферат дисертації. ... доктора технічних наук : 05.18.01. Київ, 2019. 39 с.

30 %, що можна пояснити високою адсорбційною здатністю цього компонента.

Різниця в значеннях початкової ефективної в'язкості цукеркових мас може впливати на процес їх формування шляхом відливання, а саме на зусилля, які необхідні для забезпечення текучості помадної маси каналами цукерковідливальної машини із необхідною швидкістю. Враховуючи отримані результати, можна забезпечити якісне формування розробленого зразка при нижчих температурах, ніж цього потребує контрольний зразок. Зниження температури відливання забезпечить зниження енерговитрат на етапі темперування та транспортування цукеркових помадних мас до формуючого обладнання та запобігатиме процесу їх перегрівання на етапі темперування, що може провокувати появу на поверхні вже сформованих цукеркових корпусів скупчень дрібних кристалів цукрів у вигляді дрібних білих плям, за рахунок їх рекристалізації.

При реологічних дослідженнях особливо важливо отримати достовірні криві течії, що відображають властивості матеріалу при зсуві. Графіки залежності граничної напруги зсуву розробленої цукеркової маси та контрольного зразку цукеркової помадної маси від швидкості зсуву наведені на рисунку 3.



Рис. 3. Криві течії цукеркових помадних мас



Аналіз кривих течі цукеркових помадних мас показав, що для всіх досліджуваних зразків зберігається нелінійна залежність між напругою зсуву та швидкістю зсуву, що притаманне псевдопластичним реологічним тілам. Згідно результатів представлених на рисунку 3 можна відмітити, що використання в рецептурі помадних цукерок комбінації цукрів лактози і фруктози забезпечує зниження напруги зсуву помадних мас, при яких відбувається їх течія, а це дозволяє прогнозувати зниження витрати енергоресурсів на етапі транспортування та формування помадних мас.

Стадія вистоювання корпусів в формах відіграє важливу роль у формуванні їх необхідної структури, набуття виробами необхідної міцності, що забезпечуватиме якісну вибірку з форм, що подальшому впливатиме на збереження високих органолептичних показників готових цукерок. Оскільки в рецептурах досліджуваних зразків містяться різні цукри, виникає необхідність у встановленні їх впливу на процес структуроутворення та визначення тривалості цієї технологічної операції.

В дослідженнях використовували силіконові форми для формування корпусів цукерок з різним вуглеводним складом. Процес структуроутворення корпусів відбувався за температури 18–20 °С.

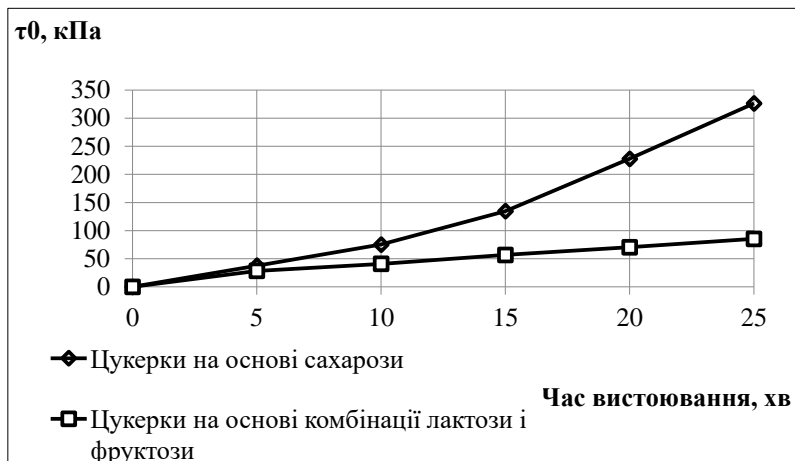
Про швидкість структуроутворення помадної маси можна судити за збільшенням значення граничної напруги зсуву під час вистоювання зразків в формах<sup>11</sup>. Як видно із рисунку 4 для зразку помадної маси на основі сахарози величина граничної напруги зсуву стрімко збільшується за невеликий проміжок часу, що може свідчити про високу швидкість структуроутворення корпусів цих цукерок, що супроводжується збільшенням їх міцності.

При заміні сахарози на комбінацію лактози з фруктозою спостерігається менша інтенсивність збільшення граничної напруги зсуву протягом всього часу вистоювання зразків в формах. На нашу думку, це пов'язано з різним співвідношенням твердої та рідкої фази помадної маси в досліджуваних зразках. Класична помада являє собою дрібні кристали цукру, які огортаються рідкою фазою помади. В процесі вистоювання і охолодження частина рідкої фази помади переходить в пересичений стан з якого відбувається часткова

---

<sup>11</sup> Коркач Г. В., Науково-практичне обґрунтування та розроблення технологій кондитерських виробів з синбіотиками: дисертації. ... доктора технічних наук : 05.18.01. Одеса, 2021. 389 с.

викристалізація сахарози, що призводить до збільшення частки твердої фази помади і збільшення міцності виробу<sup>12</sup>.



**Рис. 4.** Зміна граничної напруги зсуву зразків помадних цукерок під час вистоювання корпусів в силіконових формах

Ми вважаємо, що більш повільне збільшення граничної напруги зсуву в розробленому зразку можна пояснити присутністю гігроскопічної фруктози, яка не викристалізовується на етапі помадоутворення, саме тому в цій помаді збільшена частка рідкої фази, а тверда фаза, напевно, представлена у вигляді більш дрібних кристалів лактози в порівнянні з кристалами сахарози, що містяться в контрольному зразку помадної маси. Окрім цього, фруктоза за рахунок своєї високої розчинності і гігроскопічності сприяє збереженню рідкої фази в насиченому стані, перешкоджаючи її переходу в пересичений стан. Це гальмує процес кристалізації частини лактози з розчину, що й призводить до менш інтенсивного збільшення значень граничної напруги зсуву в розробленому зразку помадних цукерок, та, відповідно, до необхідності подовження тривалості вистоювання корпусів розроблених помадних цукерок.

Виймання корпусів з форм можливе при досягненні ними необхідної міцності. Експериментально встановлено, що досягнення

<sup>12</sup> Hartel, R. W., Ergun, R., & Vogel, S. Phase/State Transitions of Confectionery Sweeteners: Thermodynamic and Kinetic Aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2010. 10 (1), p. 17–32.

необхідної міцності зразків цукрової помади для їх виймання з форм можливе при значеннях граничної напруги зсуву 50–60 кПа. При аналізі графіку з рисунку 4 відмічаємо, що контрольний зразок помадних цукерок досягає цих значень після 10 хвилин вистоювання, тоді як в зразку на основі лактози і фруктози необхідна міцність досягається після 20 хвилин вистоювання в силіконових формах. Після остаточного вистоювання досліджувані зразки були добре структуровані, легко виймалися з форм і зберігали свою початкову форму протягом всього терміну зберігання. Отже, процес вистоювання корпусів розробленого зразку помадних цукерок потребуватиме корегування тривалості цієї операції в бік збільшення.

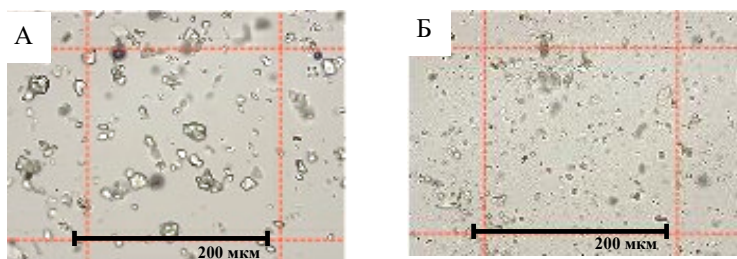
## **2. Показники якості помадних цукерок, розроблених на основі комбінації лактози і фруктози**

Використання в технології помадних цукерок замість основного компоненту сахарози комбінації лактози та фруктози мало свій вплив на формування органолептичних показників якості виробів. Так, використання лактози, яка має менший ступінь солодкості порівняно із сахарозою забезпечувало зниження яскраво вираженої солодкості готового виробу та появу молочного присмаку, що було відзначено експертами під час дегустації в бік покращення його смакових властивостей. Внесення до складу рецептури розроблених цукерок какао-порошку надало їм привабливого насиченого кольору, приємного смаку та аромату.

При оцінці якості помадних цукерок вирішальне значення для їх консистенції та сприйняття помадки споживачами відіграє ступінь кристалічності їх твердої фази. Вважається, що в помадних цукерках високої якості розмір кристалів твердої фази повинен бути до 20 мкм, причому більша частина кристалів переважно розміром до 12 мкм)<sup>13</sup>. Саме такі розміри дозволяють споживачеві відчувати «танучу» консистенцію виробу, без відчуття окремих кристалів. Враховуючи вищезазначене виникла необхідність вивчити вплив досліджуваних вуглеводних складових на якість та фракційний склад досліджуваних помадних цукерок. Зображення мікроструктури розроблених зразків наведені на рисунку 5.

---

<sup>13</sup> Hartel R. W., Von Elbe J. H., Hofberger R. Confectionery Science and Technology: ebook. USA: Springer International Publishing, 2018. 536 p. DOI 10.1007/978-3-319-61742-8



**Рис. 5. Мікроструктура зразків помадних цукерок на основі:  
А – сахарози; Б – комбінації лактози і фруктози**

На основі представлених зображень за допомогою програми ImageJ було розраховано фракційний склад помадних мас розроблених зразків. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Фракційний склад помадних цукерок  
з різним вуглеводним складом**

Розмір кристалів, мкм	Вміст фракцій кристалів різних розмірів, % у зразку на основі	
	сахарози (контроль)	комбінації лактози і фруктози
0–5	2,2	18,0
5–10	53,3	59,0
10–15	34,7	16,4
15–20	4,3	6,6
20–25	3,3	–
25–30	2,2	–

У зразку на основі лактози і фруктози кількість дрібнокристалічної фракції розміром до 10 мкм в 1,4 разів більше, ніж у контрольного зразку, та повністю відсутні кристали із розмірами більше 20 мкм, що забезпечує більш «танучу» консистенцію готового виробу в порівнянні з контрольним зразком. Отримані результати мікроструктури виробів є підтвердженням наших прогнозів щодо впливу кристалічності твердої фази на значення граничної напруги зсуву зразків цукерок.

При приведенні оцінки зразку помадних цукерок на основі лактози і фруктози за фізико-хімічними показниками, виникло питання щодо їх відповідності за показником масової частки редуруючих речовин вимогам стандарту<sup>14</sup>. Обрані цукри, на відміну від сахарози, є редукуючими цукрами і їх використання в рецептурах цукерок суттєво збільшує цей нормований стандартом показник. Отримані результати основних фізико-хімічних показників досліджуваних цукерок (таблиця 3) ставили під сумнів можливість використання комбінації лактози і фруктози у зазначених співвідношеннях для отримання помадних цукерок, оскільки передбачалося, що такий високий вміст редукуючих речовин провокував би відволоження зразків при зберіганні і, відповідно, погіршення їх якості.

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники помадних цукерок**

Зразки цукерок	Масова частка	
	вологи, %	редуючих речовин, %
Вимоги до помадних цукерок згідно ДСТУ 4135 «Цукерки»	не більше 16,0	не більше 14,0
Контрольний зразок на основі сахарози	9,5±0,5	6±0,5
Зразок на основі лактози і фруктози	15,4±0,5	71,9 ±0,5

Для прогнозування поведінки розроблених зразків нами були проведені дослідження їх сорбційних характеристик, результати яких наведені в роботі<sup>15</sup>. Отримані дані показали, що при дотриманні умов зберігання зазначених в стандарті, а саме відносної вологості повітря не вище 75 %, у виробках проходять незначні сорбційні процеси, за яких якість цукерок при гарантійних термінах зберігання не погіршується. Такі висновки стали передумовою внесення в нову редакцію стандарту ДСТУ 4135:2021<sup>16</sup> примітки, що для цукерок, виготовлених із застосуванням інших цукрів, що володіють

<sup>14</sup> Кохан, О. О., Онофрійчук О. С., Хомічак Л. М. Дослідження впливу фруктози і лактози на технологічні операції виробництва цукерок кристалічної структури. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 10. С. 168–175.

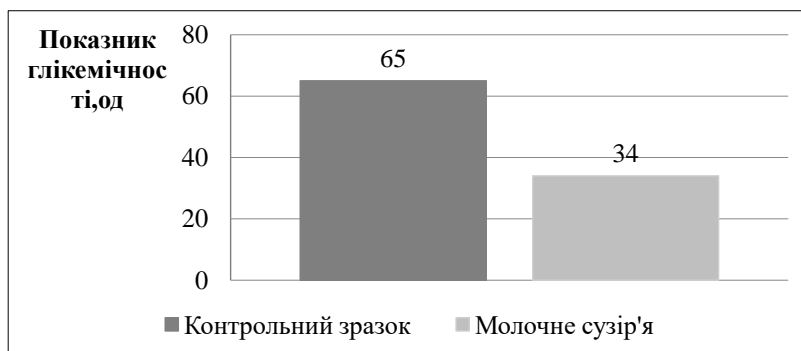
<sup>15</sup> Дорожинська О. С., Кохан О. О. Зміна якості неглазурованих цукерок кристалічної структури на основі комбінації цукрів лактози та фруктози протягом їх зберігання. *Харчова промисловість*. 2021. № 30. 18–28 с.

<sup>16</sup> ДСТУ 4135-2021. Цукерки. Загальні технічні умови Київ : Держстандарт України, 2020. 24 с. (Національний стандарт України).

редуючими властивостями, допустимим значенням масової частки редууючих речовин є 80 %, за умови забезпечення відповідних умов зберігання готових виробів. На нашу думку, при розробці цукерок зі змінним вуглеводним складом важливими є дослідження, які можуть прогнозувати поведінку виробів під час зберігання і дозволяють встановити раціональний спосіб пакування та гарантувати збереження якості виробів протягом всього терміну зберігання.

Результати проведених досліджень стали основою розробки рецептури та технологічної інструкції на помадні цукерки «Молочне сузір'я». Вироби отримали схвальні відгуки від членів дегустаційної комісії Технічної комісії № 152 Асоціації «Укркондпром», пройшли виробничу апробацію, а наукова новизна розробки була захищена патентом України<sup>17</sup>.

При розробці помадних цукерок на основі лактози і фруктози основне наше завдання було отримати виріб, що має менше значення показника глікемічності та високі споживчі характеристики. Був проведений розрахунок показника глікемічності виробів за методикою А. М. Дорохович<sup>18</sup> і встановлено (рисунок 6), що значення показника глікемічності помадних цукерок «Молочне сузір'я» майже в половину менше показника глікемічності класичних помадних цукерок виготовлених на цукрі білому кристалічному.



**Рис. 6. Показник глікемічності досліджуваних цукерок**

<sup>17</sup> Лактозно-фруктозна помадна маса: патент 120723 Україна: МПК А23G 3/00; № у 201706032 ; заяв. 16.06.2017; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21, 2017 р.

<sup>18</sup> Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту: патент 40623 Україна: МПК (2009) А23L 1/10, А23L 1/29; № у 200809063; заяв. 10.07.2008; опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8, 2009 р.

## ВИСНОВКИ

За результатами представлених досліджень була встановлена доцільність виготовлення помадних цукерок із повною заміною сахарози на комбінацію низькоглікемічних цукрів лактози і фруктози.

Досліджуючи вплив представлених цукрів на параметри технологічних операцій виробництва помадних цукерок було визначено, що параметри приготування помадного сиропу на основі лактози і фруктози не потребують корегування, оскільки за стандартних умов уварювання у помадному сиропі зі зміненим вуглеводним складом досягається необхідний вміст сухих речовин, який провокував би самочинну кристалізацію лактози у вигляді дрібних кристалів на етапі помадоутворення.

За результатами дослідження реологічних характеристик зразків помадної маси було визначено, що помадна маса на основі лактози і фруктози має нижчу в'язкість порівняно із контрольним зразком. Враховуючи вищезазначене, можна рекомендувати проведення формування помадної маси розробленого зразка при нижчій температурі, ніж температура відливання контрольного зразка. Таке корегування параметрів забезпечить зниження енерговитрат на етапі формування помадних корпусів.

На основі результатів визначення граничного напруження зсуву розроблених зразків помадних цукерок в процесі вистоювання в силіконових формах можна зробити висновок про швидкість структуроутворення помадної маси. Відмічено, що для зразка на основі лактози і фруктози необхідно вдвічі більше часу вистоювання порівняно із контролем для забезпечення необхідної міцності зразків для виймання їх із форм.

Дослідження мікроструктури твердої фази отриманих помадних мас дали можливість визначити її фракційний склад. Згідно представлених досліджень більша частина кристалів твердої фази зразка помадних цукерок на основі комбінації лактози і фруктози мають розміри до 12 мкм та повністю відсутні кристали розмірами більше 20 мкм, що засвідчує їх високу якість.

Розроблені цукерки мають показник глікемічності майже вдвічі нижчий за контрольний зразок, що засвідчує перспективність їх впровадження для розширення асортименту кондитерських виробів, що можуть споживатися більшою кількістю споживачів, в тому числі і тими, хто має проблеми з вуглеводним обміном.

## АНОТАЦІЯ

В роботі розглянуте питання розширення асортименту помадних цукерок без використання традиційного компонента сахарози. В якості альтернативи цукру білому кристалічному, що виконує роль основного структуроутворювача для цього виду цукерок, було запропоновано використовувати комбінацію цукрів лактози і фруктози у співвідношенні 1:1.

З метою корегування параметрів технологічних етапів виготовлення помадних цукерок зі зміненим вуглеводним складом було проведено визначення кінцевої температури уварювання помадних сиропів, реологічних характеристик помадних мас на етапах температуру та формування, їх структурно-механічних властивостей та проведений аналіз мікроструктури з визначенням фракційного складу твердої фази помади.

Згідно проведених досліджень було встановлено, що стадія уварювання помадного сиропу на основі комбінації лактози і фруктози не потребує корегування режимів в порівнянні з приготуванням сиропу на основі цукру білого кристалічного. На основі аналізу реологічних характеристик визначена можливість зниження температури формування помадних мас на основі досліджуваних цукрів. Дослідження наростання значень граничної напруги зсуву під час вистоювання корпусів в силіконових формах продемонстрували необхідність збільшення тривалості цієї операції для корпусів на основі комбінації лактози і фруктози вдвічі в порівнянні з контрольним зразком.

Розроблений зразок помадних цукерок зі зміненим вуглеводним складом володіє ніжною дрібнокристалічною структурою та відмінними органолептичними показниками, його показник глікемічності майже вдвічі нижче за цю характеристику в контрольному зразку. Сукупність високих споживчих характеристик з соціальним ефектом від впровадження дозволяє прогнозувати високу конкурентоспроможність розроблених цукерок.

## Література

1. Волкова Т. В., Миронюк С. С. Перспективи виробництва продуктів оздоровчого харчування *Інноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції в заочній формі (Умань, 7 квітня 2020 року). Умань, 2020. 152 С. 92–94.
2. Яременко О.М, Удосконалення технології печива шляхом зниження глікемічності, калорійності та покращення фізіологічної



цінності : автореферат дисертації. ... кандидата технічних наук : 05.18.01. Київ, 2010 р. с.22

3. Kay O'Donnell, Malcolm Kearsley Sweeteners and sugar alternatives in food technology: book. Oxford, 2012. P.490 DOI:10.1002/9781118373941

4. Atsukawa K., Kudo S., Amari S., Takiyama H. Increase of solidification rate to improve quality of productivity for xylitol/sorbitol crystalline candy products. *Journal of Food Engineering*. 2020. № 268. P. 1–6. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2019.10973

5. Матяс Д. С., Камбулова Ю. В., Дорохович А. М., Мандзюк І. В. Оптимізація рецептурного складу желейного мармеладу з пониженим вмістом цукру. *Наукові праці НУХТ*. 2018 р., том 24., № 4. 221–232 с. DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-4-25

6. Дорохович, А. М. Цукри, цукрозамінники, підсолоджувачі та їх використання при виробництві кондитерських виробів. *Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 2017 року)*. Київ : НУХТ, 2017. С. 103–110.

7. Онофрійчук О. С., Кохан О. О. Дослідження впливу різних цукрів (глюкози, фруктози, лактози) на технологічні операції виробництва цукерок кристалічної структури. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*. Ч 1. : матеріали 83 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів (5–6 квітня 2017 р. Київ) Київ : НУХТ, 2017. С. 164.

8. Дорохович А. М., Ковбаса В. М. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів : лабораторний практикум. Київ : Інкос, 2015. 632 с.

9. Левіт І. Б., Сукманов В. О., Афенченко Д. С. Реологія харчових продуктів: підручник. Полтава : ПУЕТ, 2015. 540с.

10. Камбулова Ю. В. Наукове обґрунтування технологій кондитерських виробів пониженого цукровмісту і енергетичної цінності з пінною і драглеподібною структурою : автореферат дисертації. ... доктора технічних наук : 05.18.01. Київ, 2019. 39с.

11. Коркач Г. В. Науково-практичне обґрунтування та розроблення технологій кондитерських виробів з синбіотиками : дис. ... доктора технічних наук : 05.18.01. Одеса, 2021. 389 с.

12. Hartel R. W., Von Elbe J. H., Hofberger R. Confectionery Science and Technology: ebook. USA: Springer International Publishing, 2018. 536 p. DOI: 10.1007/978-3-319-61742-8

13. Hartel, R. W., Ergun, R., & Vogel, S. Phase/State Transitions of Confectionery Sweeteners: Thermodynamic and Kinetic Aspects.

*Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2010. № 10(1), p. 17–32. DOI:10.1111/j.1541-4337.2010.00136.x

14. Кохан, О. О., Онофрійчук О. С., Хомічак Л. М. Дослідження впливу фруктози і лактози на технологічні операції виробництва цукерок кристалічної структури. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 10. С. 168–175. <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-10-19>

15. Дорожинська О. С., Кохан О. О. Зміна якості неглазурованих цукерок кристалічної структури на основі комбінації цукрів лактози та фруктози протягом їх зберігання. *Харчова промисловість*. 2021. № 30. 18–28 с. DOI: 10.24263/2225-2916-2021-30-4

16. ДСТУ 4135-2021. Цукерки. Загальні технічні умови Київ: Держстандарт України, 2020.24 с. (Національний стандарт України)

17. Лактозно-фруктозна помадна маса : патент 120723 Україна: МПК А23G 3/00; № u 201706032 ; заяв. 16.06.2017 ; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21, 2017р.

18. Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту: патент 40623 Україна: МПК (2009) А23L 1/10, А23L 1/29; № u200809063 ; заяв. 10.07.2008 ; опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8, 2009 р.

#### **Information about the authors:**

#### **Dorozhynska Oksana Serhiivna,**

Postgraduate Student,

Assistant at the Department of Bakery and Confectionery Technology  
National University of Food Technologies  
68, Volodymyrska str., Kyiv, 01033, Ukraine

#### **Kokhan Olena Oleksandrivna,**

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor at the Department  
of Bakery and Confectionery Technology  
National University of Food Technologies  
68, Volodymyrska str., Kyiv, 01033, Ukraine

#### **Chernysheva Alina Volodymyrivna**

Student

Educational and Scientific Institute of Food Technologies  
of the National University of Food Technologies  
68, Volodymyrska str., Kyiv, 01033, Ukraine