



УДК 664.14

**USE OF POLYDEXTROSE IN TECHNOLOGY OF FONDANT SWEETS
ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІДЕКСТРОЗИ В ТЕХНОЛОГІЇ ПОМАДНИХ ЦУКЕРОК****Onofriichuk O.S. / Онофрійчук О.С.***postgraduate/aspirant*

ORCID ID: 0000-0002-9492-6650

Kokhan O.O. / Кохан О.О.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID ID: 0000-0003-4582-0814

Kambulova Yu.V. / Камбулова Ю.В.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID ID: 0000-0001-7897-8533

Hrytsaiova A.O. / Грицайова А.О.*Національний університет харчових технологій, м. Київ, вул. Володимирська, 68, 01033**National University of Food Technologies, Kyiv, 68 Volodymyrska St., 01033*

Анотація. У статті відображені результати досліджень, що присвячені розробці неглазурованих помадних цукерок, які були виготовлені з частковою заміною традиційного цукру інноваційним наповнювачем полідекстозою, з метою зниження калорійності та глікемічності виробів. Досліджено вплив внесення полідекстрози на параметри процесу помадоутворення та формування виробів. Встановлено раціональне дозування полідекстрози в рецептуру помадних цукерок. Визначена технологічна необхідність введення в рецептуру цукерок з полідекстозою вологоутримуючого агента карбоксиметилцелюлози. Удосконалення технології неглазурованих помадних цукерок дозволить розширити асортимент цієї групи кондитерських виробів і стати альтернативою висококалорійним традиційним цукеркам.

Ключові слова: помада, сахароза, полідекстроза, карбоксиметилцелюлоза, кристалізація, структурно-механічні властивості, структуроутворення, калорійність, показник глікемічності.

Вступ. Зайва вага або ожиріння через надмірне вживання нездорової їжі та поширення малорухливого способу життя стають зростаючою проблемою здоров'я людей у всьому світі. Населення все більше й більше занепокоюється наслідками вживання висококалорійних продуктів, такими як поява діабету 2-го типу та поширення серцево-судинних захворювань. Тому споживачі шукають змін у своєму раціоні та способі життя, щоб уникнути виникнення зайвої ваги. Саме це і є рушійною силою до зростання попиту на здорові харчові продукти. У цьому контексті скорочення споживання цукру серед населення світу є критичним фактором боротьби з ожирінням [1]. У зв'язку з цим директиви ВООЗ зазначають, що цукор не повинен становити більше ніж 10% добової калорійності раціону сучасної людини.

Оптимальним способом зменшення споживання цукру споживачами є вдосконалення технологій харчових продуктів зі зниженим цукровмістом. Цього можна досягти двома способами: частково або повністю замінити цукор в рецептурі або зменшити кількість цукру в продукті. Як правило, заміщення цукру вимагає використання як альтернативних цукрозамінників, так і використання різноманітних наповнювачів в поєднанні з підсолоджувачами [2].

Серед широкого асортименту кондитерських виробів великою



популярністю користуються помадні цукерки. У зв'язку з тим, що основним їх компонентом є сахароза, яка є джерелом «пустих калорій», серед споживачів зростає зацікавленість до кондитерських виробів категорії «light» або «sugar free». Однак зниження вмісту цукру білого кристалічного у помадних цукерках є складним завданням, оскільки цукор не тільки забезпечує бажаний солодкий смак виробу, але й виконує головну роль в утворенні дрібнокристалічної структури, що властива якісній помадній масі.

Для зменшення цукровмісту різних груп харчових продуктів останнім часом великої популярності набув харчовий наповнювач полідекстроза. Полідекстроза представляє собою полісахарид, що складається із залишків глюкози, які зв'язані між собою всіма видами глікозидних зв'язків з перевагою 1,6 зв'язків. Така будова визначає високу ступінь розгалуження молекули полідекстрази, тому її часто використовують для стабілізації консистенції низькокалорійних харчових продуктів [3]. Враховуюче те, що основним процесом в технології помадних цукерок є кристалізація дрібних кристалів цукру за відповідних умов, то виготовлення помадних цукерок традиційної консистенції із повною заміною сахарози на полідекстрозу неможлива. Тому виникає інтерес в удосконаленні технології помадних цукерок зі зниженим вмістом цукру за рахунок його часткової заміни полідекстрозою. Полідекстроза - це високомолекулярний полімер глюкози, калорійність якого становить лише 1 ккал/г. Цей полімер, подібно до інших олігосахаридів, при споживанні не викликає карієсу, практично не призводить до збільшення рівня глюкози в крові, її глікемічний індекс становить лише 8%, також вона проявляє пребіотичні властивості. JECFA і Європейський науковий комітет Комісії з питань харчування (EC/SCF) встановили допустиму норму споживання полідекстрази в кількості 90 г / добу або 50 г як разова доза споживання [4].

За рахунок того, що полідекстроза має низьку калорійність, ефективно попереджає гіпертонію, діабет, знижує рівень холестерину в крові, виводить з організму людини токсини на сьогодні вона успішно використовується в широкому спектрі продуктів, серед яких хлібобулочні вироби, напої, кондитерські вироби (шоколад, мармелад, карамель) та заморожені десерти. На вітчизняному ринку представлені такі імпортовані харчові продукти з полідекстрозою: високобілкове печиво «PRIMEBAR», протеїнові вафлі та шоколадні батончики «Atkins», протеїнові батончики «Protein Cake Bites». З метою розширення асортименту низькокалорійних кондитерських виробів доцільно провести серію досліджень з використанням цього харчового волокна у технології помадних цукерок.

Метою досліджень було встановлення максимально можливої кількості цукру, що може бути замінена полідекстрозою в рецептурі помадних цукерок без погіршення якості виробів.

Матеріали і методи. Визначення фізико-хімічних показників сировини, напівфабрикатів та готової продукції проводили загальноприйнятими в кондитерському виробництві методами [5]. Виготовлення зразків цукерок здійснювалося шляхом приготування помадного сиропу, його охолодження з одночасним інтенсивним перемішуванням, темперування помадної маси та



формування виробів в силіконові форми. Визначення структурно-механічних властивостей корпусів цукерок проводили на Структурометрі СТ-1 [5]

Основна частина досліджень. Враховуючи те, що полідекстроза не здатна самостійно утворити кристалічну структуру, нами було проведено серію досліджень для з'ясування впливу різної кількості внесеної полідекстрази, що вносилися на заміну цукру в рецептурі виробів, на процес кристалізації сахарози при виробництві помадних цукерок. В рецептурі цукерок змінювали частину цукру білого кристалічного на полідекстрозу в кількості від 5 до 30 % до рецептурної кількості цукру з перерахунком по сухим речовинам. Оскільки полідекстроза має гарну розчинність (80 % при 20°C) запропоновано її вносити на стадії приготування рецептурної суміші, попередньо змішаною із сахарозою. Результати досліджень наведені у табл 1.

Таблиця 1

Вплив полідекстрази на якість помадної маси

Дозування полідекстрази, %	Температура уварювання, °C	Тривалість структуроутворення, хв	Характеристика помадної маси
5	117	9	дрібнокристалічна
10	117	8	дрібнокристалічна
15	120	7	дрібнокристалічна
20	120	7	дрібнокристалічна, відчувається менша солодкість виробу
25	120	5	дрібнокристалічна, відчувається менша солодкість виробу
30	120	10	напіваморфна

Згідно даних представлених у таблиці 1 максимальна кількість заміни сахарози на полідекстрозу без погіршення консистенції помадних цукерок становить 25 % до рецептурної маси цукру. При дозуванні полідекстрази в кількості більше 15 % була відмічена необхідність корегування режиму уварювання помадного сиропу, так як зі збільшенням частки високорозчинної полідекстрази для отримання перенасиченого розчину сахарози необхідно збільшувати температуру уварювання помадного сиропу. Відсутність кристалізації помадної маси при внесенні полідекстрази в кількості більше 25 % можна пояснити тим, що при зменшенні кількості цукру в системі ускладнюється процес помадоутворення, самочинної кристалізації не відбувається і вироби не мають притаманної класичній помаді дрібнокристалічної структури, що в подальшому унеможливає структуроутворення такої помадної маси в формах і отримання якісних помадних корпусів.

З метою збільшення кількості полідекстрази (ПД) в рецептурі помадних цукерок нами було запропоновано додатково вносити в рецептуру виробів структуроутворювач карбоксиметилцелюлозу (КМЦ), що виступає в якості



вологозв'язувального агента і слугує для регулювання ступеня насичення помадного сиропу та збільшення його в'язкості. Враховуючи досвід використання КМЦ у технології цукерок [6], було здійснено її дозування у кількості 0,05 % до сумарної маси сахарози та полідекстрази. Шляхом серії експериментів встановлено, що КМЦ доцільно вносити в гідратованому вигляді на стадії темперування. Експериментально був підібраний раціональний гідромодуль для гідратації карбоксиметилцелюлози, що дорівнює 30. Даний технологічний захід дозволив збільшити максимальне дозування полідекстрази до 30 % на заміну цукру білого кристалічного без погіршення структури помадних цукерок.

Окрім карбоксиметилцелюлози до складу помадної цукеркової маси на стадії темперування запропоновано вносити какао-порошок, який пришвидшує процес структуроутворення помадних цукерок, подовжує термін зберігання виробів та надає їм приємного смаку, запаху та кольору за рахунок чого не має необхідності додаткового внесення барвників та ароматизаторів. Раціональне дозування цього рецептурного інгредієнту було встановлено на основі дегустаційної оцінки виробів та з врахуванням його впливу на стадію структуроутворення виробів, воно становить 6,0 % до загальної маси внесених сахарози та полідекстрази.

Відомо [7], що внесення до складу помадної маси жирового компоненту частково сприяє уповільненню процесу «черствіння» цукерок. Запропоновано в якості жирового компонента вводити вершкове масло з високим відсотком молочного жиру в кількості 8 % до маси цукрової помади, що в свою чергу надає виробам приємного молочного смаку та сприяє покращенню процесу формування виробів способом відливання за рахунок зменшення в'язкості маси.

В наших дослідження зразки помадних цукерок формувалися в силіконові форми і протягом операції вистоювання цукерок в формах досліджувалася зміна їх пластичної міцності, що наведена на рис. 1.

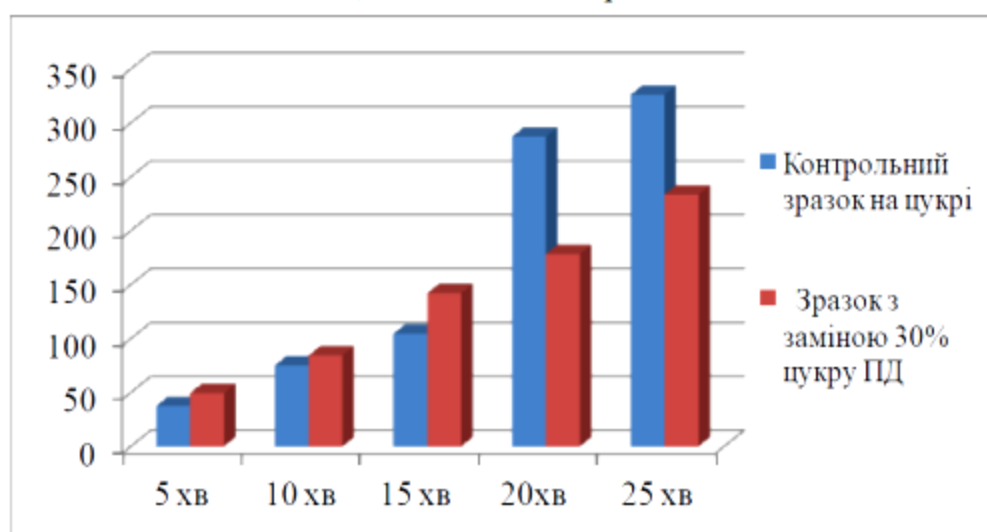


Рис.1. Зміна пластичної міцності зразків помадних цукерок під час вистоювання корпусів в силіконових формах



На початковому етапі вистоювання тривалістю до 15 хв корпуси цукерок з частковою заміною цукру полідекстрозою мали дещо більшу пластичну міцність, ніж зразки, що виготовлені на класичній цукровій помаді. А вже після 20 і 25 хв вистоювання значення пластичної міцності в контрольному зразку були на 38 % та 28 %, відповідно, більше ніж в зразку з полідекстрозою. На нашу думку, ще пов'язано з тим, що на початковому етапі формування в'язкість цукеркової маси у зразках з полідекстрозою та КМЦ була незначно вищою і структуроутворення під час їх охолодження відбувалося більш інтенсивно, ніж в контрольному зразку. Під час подальшого вистоювання в контрольному зразку відбувається встановлення рівноваги між твердою та рідкою фазами помади в бік збільшення твердої, що представлена дрібними кристалами сахарози. В зразку з полідекстрозою та КМЦ під час охолодження корпусів відбувається значне збільшення в'язкості рідкої фази помади і відбувається фіксація утворених кристалів сахарози нею, що унеможливило викристалізацію нових кристалів і збільшення частки твердої фази. Після остаточного вистоювання всі досліджувані зразки добре структурувалися, виймалися з форм і зберігали свою початкову форму протягом всього терміну зберігання, але зразки з полідекстрозою володіли приємною м'якою консистенцією, а контрольний зразок був більш твердішим.

Досліджувані зразки отриманих цукерок були проаналізовані на відповідність їх якості вимогам нормативної документації [8]. В таблицях 2 та 3 наведені органолептичні та фізико-хімічні показники помадних цукерок.

Таблиця 2

Органолептичні показники помадних цукерок

Зразок	Характеристика			
	Смак	Запах	Зовнішній вигляд	Форма
Вимоги згідно ДСТУ 4135:2014 «Цукерки»	Характерні конкретній назві цукерок, без стороннього присмаку та запаху		Цукерки неглазуровані повинні мати суху, не липку поверхню	Різноманіт на
Контрольний зразок	Солодкий, без стороннього присмаку та запаху		Суха, не липка поверхня	Круга, сферична
Зразок з заміною 30 % цукру полідекстрозою	Менш солодкий, шоколадний, молочний, без стороннього присмаку та запаху		Суха, не липка поверхня	Круга, сферична

За органолептичними та фізико-хімічними показниками досліджувані зразки помадних цукерок повністю відповідають вимогам діючого стандарту. Але слід відмітити, в зразку з полідекстрозою масова частка редуруючих речовин в два рази більше ніж в контрольному зразку. Наявність редууючих речовин в помадних цукерках, в основному, обумовлений внесенням в їх



рецептуру такого інгредієнту як патока. В зразку з полідекстрозою збільшений вміст редуруючих речовин, на нашу думку, пов'язаний з способом отримання полідекстрози шляхом кислотно-каталізуєної полімеризації глюкози та сорбітолу, при якому цей наповнювач може містити незначну частину функціональних груп глюкози, що вступають в реакцію відновлення [9]. Збільшена кількість редууючих речовин не погіршує якість виробів, але потребує досліджень поведінки цукерок під час зберігання.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники помадних цукерок

Зразки цукерок	Масова частка	
	вологи, %	редуючих речовин, %
Вимоги до помадних цукерок згідно ДСТУ 4135-2014 «Цукерки»	не більше 16,0	Не більше 14
Контрольний зразок	9,5±0,5	6±0,5
Зразок з заміною 30 % цукру полідекстрозою	9,0±0,5	12,5±0,5

Висновок. Таким чином, було встановлено можливість зниження кількості цукру в рецептурі помадних цукерок за рахунок його заміни на низькалорійний наповнювач полідекстрозу в кількості 30 %. На основі проведених досліджень була розроблена та затверджена рецептура та технологічна інструкція на неглазуровані помадні цукерки «Ноктюрн». Розроблені цукерки мали калорійність на 16 % меншу за контрольний зразок, а показник глікемічності розроблених цукерок становить 39 од., що на 40 % менше цього показника в контрольному зразку. Наукова новизна отриманих результатів була захищена патентом України на корисну модель.

Література:

2. Torrico Damir D., Tam Jennifer, Fuentes Sigfredo, Gonzalez Viejo Claudia, Dunshea Frank R. D-Tagatose as a Sucrose Substitute and Its Effect on the Physico-Chemical Properties and Acceptability of Strawberry-Flavored Yogurt. *Foods*.2019. № 8. P.1-18. DOI:10.3390/foods8070256
3. Di Monaco Rossella, Miele Nicoletta Antonella, K Cabisida Erliza, Cavella Silvana. Strategies to reduce sugars in food. *Current Opinion in Food Science*. 2018. № 19. P. 92-97. DOI.org/10.1016/j.cofs.2018.03.008
4. O'Donnell K., Kearsley M., *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*- 2nd ed.UK.: Blackwell Publishing Ltd.2012. p.490.
5. Aidoo R. P., Depypere F., Afoakwa O., Dewettinck K. Industrial manufacture of sugar-free chocolates. Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends in Food Science & Technology*. 2013. № 32. P. 84-95
6. Дорохович, А. М., Ковбаса В. М. *Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: лабораторний практикум*. Київ: Інкос, 2015. 632 с.



7. Фішук А.В., Польских М.А., Кохан О.О. Застосування гідроколоїдів в технології молочних цукерок аморфної структури. Матеріали 85 Ювілейної міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, 11–12 квітня 2019 р. К.: НУХТ, 2019 р. Ч.1. С. 207

8. Пат.№ 06039 Україна, МПК (2017.01) A23G 3/00 Цукерки кристалічної структури з низьким показником глікемічності. О. О. Кохан, Ю. П. Свириденко; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій. № u2017 06039; заявл 06.06.2017; опубл. 10.11.2017. 4 с.

9. Цукерки. Загальні технічні умови: ДСТУ 4135-2014. [Чинний від 2015 – 01 – 01]. К.: Держстандарт України, 2015. 24 с. (Національний стандарт України)

10. Pat. № 313,940 United States, Int. Cl A23L 1/00; REDUCED POLYDEXTROSE. G. Wayne Borden; Raymond C. Glowaky; Russell J. Hausman; Constantine Sklavounos; Harry O. Tobiassen; Assignee: Cultor Food Science, Cultor, Ltd. № USOO56O1863A4; Filed: Sep. 28, 1994; Date of Patent: Feb. 11, 1997. - 9p.

References:

1. Torrico Damir D., Tam Jennifer, Fuentes Sigfredo, Gonzalez Viejo Claudia, Dunshea Frank R. D-Tagatose as a Sucrose Substitute and Its Effect on the Physico-Chemical Properties and Acceptability of Strawberry-Flavored Yogurt. *Foods*.no 8. P.1-18. DOI:10.3390/foods8070256

2. Di Monaco Rossella, Miele Nicoletta Antonella, K Cabisida Erliza, Cavella Silvana. Strategies to reduce sugars in food. *Current Opinion in Food Science*. no 19. P. 92-97. DOI.org/10.1016/j.cofs.2018.03.008

3. O'Donnell K., Kearsley M., *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*- 2nd ed.UK.: Blackwell Publishing Ltd. p.490.

4. Aidoo R. P., Depypere F., Afoakwa O., Dewettinck K. Industrial manufacture of sugar-free chocolates. Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends in Food Science & Technology*. no 32. P. 84-95.

5. Dorokhovych A. M., Kovbasa V. M.2015 Tekhnolohiia ta laboratornyi praktykum kondyterskykh vyrobiv I kharchovykh kontsentrativ: laboratornyi praktykum[Technology and laboratory workshop of confectionery and food concentrates: laboratory workshop.] Kyiv:Inkos

6. Fishchuk A.V., Polskykh M.A., Kokhan O.O. Zastosuvannia hidrokolooidiv v tekhnolohii molochnykh tsukerok amorfnoi struktury [The use of hydrocolloids in the technology of milk candies of amorphous structure]. In: National University of Food Technology, *Scientific achievements of young people - solving the problems of human nutrition in the XXI century*, Proceedings of the 85th Jubilee International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students, Kyiv, April 11-12 2019. Kyiv pp.207

7. Kokhan O. O., Svyrydenko Yu. P., Pat.№ 06039 Ukraina, МПК (2017.01) A23G 3/00 Tsukerky krystalichnoi struktury z nyzkym pokaznykom hlikemichnosti.[Sweets crystalline structure with low glycemic index.]; Applicant and patent holder National University of Food Technology. № u2017 06039; stated. 06.06.2017; Bjul. 10.11.2017. 4 p.

8. 20. DSTU 4135:2014 Tsukerky. Zahalni tekhnichni umovy.[Sweets. General specifications.] Minekonomrozyvtku Ukrainy.[Ministry of Economic Development of Ukraine] Kyiv,2015. 27p.

9. G. Wayne Borden; Raymond C. Glowaky; Russell J. Hausman; Constantine Sklavounos; Harry O. Tobiassen;Pat. № 313,940 United States, Int. Cl A23L 1/00; REDUCED POLYDEXTROSE. Assignee: Cultor Food Science, Cultor, Ltd. № USOO56O1863A4; Filed: Sep. 28, 1994; Date of Patent: Feb. 11, 1997. - 9p.



Abstract The article presents the results of research on the development of unglazed fondant sweets, which were made with a partial replacement of traditional sugar with an innovative filler polydextrose, which has low caloric content and glycemicity. The influence of polydextrose application on the parameters of the process of fondant formation and product formation has been studied. A rational dosage of polydextrose in the recipe of fondant sweets has been established. The technological necessity of introducing carboxymethylcellulose moisture-retaining agent with polydextrose into the recipe is determined. Improving the technology of unglazed fondant sweets will expand the range of this group of confectionery and become an alternative to high-calorie traditional sweets.

Key words: fondant, sucrose, polydextrose, carboxymethylcellulose, crystallization, structural and mechanical properties, structure formation, caloric content, glycemic index.

Стаття відправлена: 26.12.2020 р.

© Онофрійчук О.С., Кохан О.О., Камбулова Ю.В., Грицайова А.О.