

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ДОРОЖИНСЬКА ОКСАНА СЕРГІЇВНА

УДК 664.664

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ
З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ЦУКРІВ**

Спеціальність 181 Харчові технології
Галузь знань 18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 О.С. Дорожинська

Науковий керівник: Кохан Олена Олександрівна
кандидат технічних наук, доцент



Київ - 2023

АНОТАЦІЯ

Дорожинська О.С. «Удосконалення технології цукерок кристалічної структури з використанням різних цукрів» – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2023.

Дисертація присвячена удосконаленню технології неглазурованих помадних цукерок з метою розширення асортименту конкурентоспроможної продукції функціонального спрямування, в тому числі зі зниженою калорійністю та глікемічністю, оригінальними смаковими властивостями, завдяки частковій та повній заміни цукру білого кристалічного іншими видами цукрів та харчовим волокном полідекстрозою.

На підставі аналізу інформаційних джерел доведено перспективу розширення асортименту цукерок кристалічної структури за рахунок повної чи часткової заміни цукру білого кристалічного цукрами: глюкозою, фруктозою, лактозою і тагатозою та харчовим волокном полідекстрозою.

Встановлена можливість отримання цукеркових мас дрібнокристалічної структури на основі різних цукрів. Виявлено, що для отримання дрібнокристалічної маси на основі глюкози необхідною є технологічна операція внесення глюкози в кристалічному вигляді на етапі помадоутворення в кількості 10 % до маси помади, а з метою інтенсифікації процесу кристалізації встановлена доцільність зниження рН помадного сиропу до 3,0-3,5. Встановлено, що застосування цукрів фруктози, лактози і тагатози доцільно здійснювати в комбінаціях: лактоза: фруктоза = 1:1, тагатоза : фруктоза = 9:1, що забезпечує отримання дрібнокристалічної структури цукеркової маси. Визначено можливість зниження частки цукру на 30 % в помадних цукерках за рахунок його заміни полідекстрозою, з додатковим внесенням карбоксиметилцелюлози на стадії темперування цукеркової маси.

Визначено необхідність корегування режиму уварювання сиропів на основі досліджуваних цукрів. Встановлено, що для отримання помадного сиропу з масовою

часткою сухих речовин 88-90 % на основі комбінації лактози і фруктози його потрібно уварити до температури 116-118°C, на основі тагатози і фруктози – до 115-116°C, на основі глюкози – до 120-122°C, на основі сахарози і полідекстрази - до 118-120°C. Оптимізовано рецептурний склад цукерок зі зміненим вуглеводним складом за комплексним показником якості.

За результатами реологічних досліджень встановлено, що розроблені зразки на основі глюкози, комбінацій лактози і фруктози, тагатози і фруктози мали меншу ефективну в'язкість, а зразок зі зниженим цукровмістом за рахунок заміни 30 % цукру полідекстразою мав більшу в'язкість в порівнянні з контрольним зразком. Для забезпечення якісного процесу формування виробів визначені раціональні режими процесу темперування цукеркових мас: для зразка на глюкозі - 60-65°C, для зразку на лактозі і фруктозі - 65-70°C; для зразка на тагатозі і фруктозі – 65-70°C, а для зразку на основі цукру білого кристалічного і полідекстрази – 80-85°C. Вивчені процеси структуроутворення цукерок в безкрохмальних формах і встановлено, що лише зразок на основі комбінації лактози і фруктози потребує збільшення тривалості вистоювання в 2 рази в порівнянні з контрольним зразком. Досліджено фракційний склад розроблених цукерок, встановлено, що основна частина твердої фази зразків представлена переважно кристалами розмірами до 20 мкм, що засвідчує високу якість виробів та відповідає технологічним вимогам до виробництва помадних цукерок.

Аналіз сорбційних властивостей розроблених цукерок продемонстрував, що при зберіганні в межах відносної вологості повітря до 70 % для всіх зразків притамані десорбційні процеси, в зразках на основі комбінації тагатози і фруктози та лактози і фруктози при відносній вологості 75 % і вище спостерігається сорбція вологи з оточуючого середовища, яка підвищується зі збільшенням значень відносної вологості повітря. На основі проведених досліджень доведено відсутність залежності між поняттями «редуючий цукор» і «гігроскопічність».

Досліджено зміну показників якості розроблених цукерок при зберіганні. Встановлено, що найшвидше десорбційні процеси відбуваються в зразку на основі глюкози, найменш повільно - у зразку на основі комбінації лактоза і фруктоза, що

пояснюється наявністю в цьому зразку гіроскопічної фруктози. Досліджено вплив різних вуглеводних складових розроблених цукерок на зниження їх показника активності води та визначено форми вологи в виробках.

Здійснено ідентифікацію цукрів, що утворюють тверду фазу цукерок кристалічної структури, встановлено, що це ті цукри з комбінації, що мають меншу розчинність. Досліджено позитивний вплив процесу пакування на збереження початкової кристалічності розроблених цукерок. Встановлено, що для розроблених цукерок раціональним є пакування способом «флоу-пак» в пакувальні матеріали на основі поліпропілену.

Удосконалено принципові схеми виробництва цукерок зі зміненим вуглеводним складом та апаратурно-технологічну схему виробництва цукерок з кристалічною структурою на основі різних цукрів із використанням існуючого кондитерського обладнання. Розроблено і затверджено у встановленому порядку рецептури та технологічні інструкції на всі розроблені цукерки на основі різних цукрів: «Енергійна ягідка», «Молочне сузір'я», «Тагантіні», «Ноктюрн».

Проведено оцінку якості розроблених цукерок за комплексним показником, яка засвідчує, що всі розроблені зразки, виготовлені у виробничих умовах, мають оцінку «відмінно» і вказує на їх високу якість та відповідність стандарту. Розраховано економічну ефективність удосконалених технологій цукерок зі зміненим вуглеводним складом та доведено соціальний ефект від впровадження за рахунок зниження їх калорійності та показника глікемічності. Встановлено, що цукерки «Тагантіні» відносяться до низькокалорійних харчових продуктів та можуть мати статус виробу з низьким показником глікемічності.

Ключові слова: кондитерські вироби, цукри, харчове волокно, цукеркові маси, цукерки, кристалічна структура, показники якості, гідроколоїди, калорійність, показник глікемічності, структурно-механічні властивості, стан вологи, термін зберігання.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

Статті

1. Кохан, Е.А., Онофрійчук, О.С., & М.А. Польских (2020) Перспективы использования полидекстрозы в технологии помадных конфет. *Мир продуктов*, 1, 22-23.

URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30785/1/Skearipvtpk.pdf>
(Спеціалізоване інформаційно-аналітичне видання)

2. Онофрійчук, О., Кохан, О., & Хомічак, Л. (2020). Використання глюкози в технології виробництва неглазурованих помадних цукерок. *Продовольчі ресурси*, 8 (14), 145-156. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-15>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Sciencegate)

3. Онофрійчук, О.С. Кохан, О.О., Камбулова, Ю.В., & Грицайова А.О. (2020) Використання полідекстрози в технології помадних цукерок. *Modern engineering and innovative technologies*, 14(1), 97-104 DOI: [10.30890/2567-5273.2020-14-01-044](https://doi.org/10.30890/2567-5273.2020-14-01-044)

(Журнал «Modern engineering and innovative technologies» є іноземним виданням (Німеччина); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

4. Dorozhynska, O., Kokhan, O., & Kambulova Yu. (2021) Sorption characteristics of fondant candies based on tagatose. *Ukrainian Food Journal*, 10(4), 786-796 DOI: [10.24263/2304-974X-2021-10-4-12](https://doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-4-12)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus, Emerging Sources Citation Index (складова Web of Science) та ін.)

5. Онофрійчук, О. С., Кохан, О. О., Камбулова, Ю. В., & Марцинкевич Л. В. (2021) Дослідження поведінки неглазурованих помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу під час їх зберігання. *Харчова промисловість*. 28, 22–33 DOI: [10.24263/2225-2916-2021-29-5](https://doi.org/10.24263/2225-2916-2021-29-5)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

6. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2021) Зміна якості неглазурованих цукерок кристалічної структури на основі комбінації цукрів лактози та фруктози протягом їх зберігання. *Харчова промисловість*, 30,18-28 [DOI: 10.24263/2225-2916-2021-30-4](https://doi.org/10.24263/2225-2916-2021-30-4)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

Тези доповідей та матеріали конференцій:

1. Єрмакова, С.С., Моренець, А.О., Онофрійчук, О.С. & Кохан, О.О. (2018) Перспектива застосування інноваційного цукру - тагатози при виробництві помадних цукерок. «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»: *Міжнародна науково-практична конференція*. 13 вересня 2018 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.111-113.

2. Онофрійчук, О.С., Єрмакова, С.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Низькокалорійні помадні цукерки. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді: XI Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених та студентів з міжнародною участю*, 4–6 жовтня 2018 р., м. Одеса, Україна: Одеська національна академія харчових технологій, С.71-72.

3. Онофрійчук, О.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Перспективи використання цукрів при виготовленні помадних цукерок та їх вплив на зміну кристалічності виробів під час зберігання. *Сучасний рух науки: тези доп. IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 6-7 грудня 2018 р., м. Дніпро, Україна. С. 987-990.

4. Онофрійчук, О.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Застосування глюкози при виготовленні помадних цукерок. *Майбутній науковець – 2018: Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю*, 14 грудня 2018 р., м. Северодонецьк, Україна: Східноукраїнський національний ун-т ім. В. Даля. С.153-154.

5. Моренець, А.О., Польських, М.А., Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О. (2019) Удосконалення технології неглазурованих помадних цукерок на основі глюкози. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. Київ, Україна: НУХТ, С.129-130.

6. Onofriichuk, O., Kokhan, E., & Okopna Y. (2019) Prospects for the use of various sugars to produce fondant with reduced glycemicity. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій*. 11–12 квітня 2019 р., Київ, Україна: НУХТ, С. 584.

7. Онофрійчук, О.С., Польських, М.А., Опалінська, Л.О. & Кохан, О.О. (2019) Можливості зниження калорійності помадних цукерок за рахунок використання полідекстрази. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: Тези матеріалів VIII Міжнародної науково-технічної конференції*, 5-6 листопада 2019 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.123.

8. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О. (2019) Розроблення цукерок кристалічної структури на основі тагатози. *Інноваційний розвиток харчової індустрії: матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції*, 21 листопада 2019 р., м. Київ, Україна: БАРМИ, С. 63-64.

9. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2020) Удосконалення технології цукерок на основі глюкози з метою подовження терміну їх зберігання. *Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 2-3 квітня 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.124.

10. Польських, М.А., Опалінська, Л.О., & Онофрійчук, О.С.(2020) Застосування полідекстрази в технології неглазурованих помадних цукерок. *Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 2-3 квітня 2020 р. – Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.132.

11. Онофрійчук, О.С., Старолєтова, Т.А. & Кохан, О.О.(2020) Застосування полідекстрази у технології неглазурованих помадних цукерок. *Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі»*, 19 - 20 травня 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, С.192-193.

12. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О.(2020) Розширення асортименту помадних цукерок за рахунок використання в їх складі різних цукрів. *Технології харчових продуктів і комбікормів: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*, 22-25 вересня 2020 р., Одеса, Україна: ОНАХТ, С.38-39.

13. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О.(2020) Якість помадних цукерок виготовлених на основі редукувальних цукрів. *Якість і безпека харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення : Матеріали міжнародної конференції*, 25 вересня 2020 р., Львів, Україна: «Растр-7», С.86-88.

14. Онофрійчук, О.С., Грицайова, А.О., & Кохан, О.О. (2020) Полідекстроза – перспективний інгредієнт в технології цукерок. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної інтернет конференції*, 23 жовтня 2020 р., Прага, Чехія: Oktan Print s.r.o., С. 134-135.

15. Дорожинська, О.С. & Кохан, О.О. (2021) Дослідження температури кипіння розчинів різних цукрів. *Матеріали Х Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції»*, 9-10 листопада 2021 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.92-93

16. Онофрійчук, О.С., Грицайова, А.О., & Кохан, О.О. (2020) Шляхи зниження калорійності та глікемічності помадних цукерок. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*, 24 листопада 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, С.126-128.

17. Онофрійчук, О.С., Польских, М.А., & Кохан, Е.А. (2020) Разработка низкокалорийных помадных конфет с использованием. *Сборник трудов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания»*, 20 - 21 февраля 2020

г., Кутаиси, Грузия: Издательство государственного университета Акакия Церетели, С. 322-325.

18. Дорожинская, О.С., & Кохан, Е.А. (2021) Исследование влияния различных сахаров на параметры уваривания сиропов для помадных конфет на их основе. *Материалы Международной научно-практической конференции по случаю 80-летия профессора/академика ГААС Гурама Ткемоладзе, 20-21 ноября.2021 г., г. Тбилиси, Грузия: Технический университет, С.76-78.*

19. Онофрійчук, О.С., Куркчі, А.В. & Кохан, О.О. (2021) Показник активності води для прогнозування поведінки помадних цукерок на основі різного вуглеводного складу під час їх зберігання. *Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 15–16 квітня 2021 р., Київ, Україна : НУХТ, Ч.1, С. 129.*

20. Дорожинська О.С., & Кохан, О.О.(2021) Прогнозування поведінки неглазурованих помадних цукерок зі зниженою калорійністю та глікемічністю під час їх зберігання. *Матеріали Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі», 15 вересня 2021 р. м. Київ, Україна: НУХТ, С. 95-97.*

21. Грицайова, А., Остапенко, Є., & Дорожинська, О. (2021) Застосування харчової добавки полідекстрази (Е-1200) під час розробки помадних цукерок зниженої калорійності та глікемічності. *Матеріали I міжнародної науково-практичної конференції: «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні, 30 листопада, 2021р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.67-69*

22. Дорожинська, О.С., Бусько, А.О., & Кохан,О.О. (2022) Аналіз ізотерм сорбції зразків помадних цукерок з різним вуглеводним складом. *Матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», квітень-травень, 2022 р., м. Київ, Україна: НУХТ Ч.1. – С.89.*

23. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2022) Дослідження ефективної в'язкості цукеркової помадної маси зі зниженим цукровмістом. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» та «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві»*. м. Київ, Україна: НУХТ, С. 51-53.

24. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2022) Аналіз ізотерм сорбції помадних цукерок зі зниженим цукровмістом для прогнозування поведінки під час зберігання. *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції»*, 8 листопада 2022 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С. 73-75.

25. Дорожинська, О.С., Чернишева, А.В., & Кохан, О.О. (2023) Дослідження в'язкості водних розчинів сахарози, тагатози і фруктози. *Materials of the 7th International scientific and practical conference «Science and innovation of modern world»*, March 23-25, 2023. London, United Kingdom: Cognum Publishing House, 192-196 p.

26. Дорожинська, О.С., Чернишева, А.В., & Кохан, О.О. (2023) Дослідження ефективної в'язкості цукеркових помадних мас зі зміненим вуглеводним складом. *Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 3–7 квітня 2023 р., Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.140.

Розділ колективної монографії

1. Дорожинська, О. С., Кохан, О. О., & Чернишева, А. В.(2023). Розділ: Удосконалення технології помадних цукерок, виготовлених на основі комбінації цукрів лактози та фруктози: колективна монографія *«Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business» : Scientific monograph/* за заг. ред. Dr.sc.ing., Professor, Academician, President of ISMA University of Applied Sciences R. Djakons. Riga, Latvia: «Baltija Publishing». 2023. С. 68-85

ABSTRACT

Dorozhynska O. « Improvement of the technology of candies with crystalline structure by using different sugars» - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the Doctor of Philosophy degree in specialty 181 "Food Technologies" - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2023.

The dissertation is devoted to the improvement of the technology of unglazed fondant sweets with the aim to expand the range of competitive products with functional properties, including those with reduced caloric and glycemic content and original taste properties, due to the partial and complete replacement of white crystalline sugar with other types of sugars and polydextrose as dietary fiber.

Based on the analysis of information sources, the prospect of expanding the assortment of candies with crystalline structure due to the complete or partial replacement of white crystalline sugar with other sugars: glucose, fructose, lactose and tagatose and polydextrose as dietary fiber was proved.

The possibility of obtaining candy masses with fine crystal structure based on various sugars was established. It was found that in order to obtain a fine crystalline mass based on glucose, the technological operation of introducing glucose in crystalline form at the stage of fondant formation in the amount of 10% to the mass of the fondant is necessary. In order to intensify the crystallization process, it was established the feasibility of reducing the pH of the fondant syrup to 3.0-3.5. It was established that the use of fructose, lactose and tagatose sugars is expedient in combinations: lactose: fructose – 1:1, tagatose: fructose – 9:1, which ensures the production of a fine crystalline structure of the candy mass. The possibility of reducing the amount of sugar in fondant candies by 30% due to its replacement with polydextrose with the additional introduction of carboxymethylcellulose at the stage of tempering the candy mass, was determined.

The need to adjust the mode of boiling syrups based on the studied sugars was determined. It was established that in order to obtain fondant syrup with a mass fraction of dry substances of 88-90% based on a combination of lactose and fructose, it should be

boiled to a temperature of 116-118°C, based on tagatose and fructose - to 115-116°C, based on glucose - up to 120-122°C, based on sucrose and polydextrose - up to 118-120°C. The recipe composition of candies with a changed carbohydrate composition was optimized according to the comprehensive quality indicator.

According to the results of rheological studies, it was established that the developed samples based on glucose, combinations of lactose and fructose, tagatose and fructose had a lower effective viscosity, and the sample with a reduced sugar content due to the replacement 30% of sugar with polydextrose had a higher viscosity compared to the control sample. To ensure the high-quality process of product formation, rational modes of tempering candy masses are defined: for a sample on glucose - 60-65°C, for a sample on lactose and fructose - 65-70°C, for the sample based on tagatose and fructose - 65-70°C, and for the sample based on white crystalline sugar and polydextrose - 80-85°C. The processes of structure formation of candies in starch-free forms were studied, and it was established that only the sample based on the combination of lactose and fructose required a 2-fold increase in the duration of proofing compared to the control sample. The fractional composition of the developed candies was studied. It was established that the major part of the solid phase of the samples is represented mainly by crystals up to 20 µm in size, which proves the high quality of the products and meets the technological requirements for the production of fondant candies.

The analysis of the sorption properties of the developed candies proved that desorption processes are inherent in all samples when stored within the relative humidity of air up to 70%, in samples based on a combination of tagatose and fructose and lactose and fructose at a relative humidity of 75% and more, moisture sorption from the surrounding environment is observed, which increases with increasing values of relative air humidity. Based on the conducted research, the difference between the concepts of "reducing sugar" and "hygroscopicity" was proved.

The change in the quality indicators of the developed candies during storage was studied. It was established that the most noticeable desorption processes occurred in the sample based on glucose, the least slowly - in the sample based on the combination of lactose and fructose, which is explained by the presence of hygroscopic fructose in this

sample. The effect of various carbohydrate components of the developed candies on the reduction of their water activity index was studied, and the forms of moisture in the products were determined.

The identification of sugars forming the solid phase of candies with a crystalline structure was carried out, and it was established that these are the sugars from the combination that have lower solubility. The positive influence of the packaging process on the preservation of the initial crystallinity of the developed candies was studied. It was established that for the developed candies it is rational to use the "flow-pack" method and polypropylene-based packaging materials.

The principle schemes for the production of candies with a changed carbohydrate composition and the equipment-technological scheme for the production of candies with a crystalline structure based on various sugars using existing confectionery equipment was improved. Formulations and technological instructions for all developed candies based on various sugars were developed and approved in the established order: «Energy berry», «Milk constellation», «Tagantini», «Nocturne».

The quality of the developed candies was evaluated according to a comprehensive indicator, which certifies that all the developed samples, manufactured in production conditions, have an "excellent" rating and indicates their high quality and compliance with the standard. The economic efficiency of the improved technologies of candies with a changed carbohydrate composition was calculated and the social effect of their implementation due to the reduction of their caloric content and glycemic index was proved. It was found that "Tagantini" candies belong to low-calorie food products and may have the status of a product with a low glycemic index.

Key words: confectionery, sugars, dietary fiber, candy masses, sweets, crystalline structure, quality indicators, hydrocolloids, caloric content, glycemic index, structural and mechanical properties, moisture status, shelf life.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	17
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1. ПЕРЕДУМОВИ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ПОМАДНИХ ЦУКЕРОК З ПОВНОЮ ЧИ ЧАСТКОВОЮ ЗАМІНОЮ ЦУКРУ БІЛОГО КРИСТАЛІЧНОГО В РЕЦЕПТУРІ ВИРОБІВ.....	25
1.1 Сучасний стан виробництва цукерок	25
1.2 Основні передумови отримання високоякісних помадних цукерок.....	33
1.3 Фактори, що впливають на якість помадної маси.....	38
1.4 Перспективи використання різних цукрів в технології цукерок кристалічної структури.....	41
1.5 Характеристика основних рецептурних компонентів цукерок кристалічної структури	44
1.6 Досвід застосування різних вуглеводів в якості замінників цукру білого в технології цукерок кристалічної структури	56
Висновки до розділу 1.....	62
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ, ПРЕДМЕТІВ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	64
2.1 Характеристика об'єктів та предметів дослідження.....	64
2.2 Методи досліджень.....	67
2.2.1 Методи визначення якості сировини та напівфабрикатів.....	67
2.2.2 Методи визначення якості готової продукції.....	68
2.2.3 Опрацювання результатів досліджень.....	70
Висновки до розділу 2.....	71
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗИХ ЦУКРІВ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЦУКЕРОК НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ.....	72
3.1 Вивчення реологічних властивостей водних розчинів досліджуваних вуглеводів.....	73
3.2 Дослідження впливу вуглеводних компонентів на температуру кипіння цукрових сиропів	81
3.3 Дослідження впливу різних цукрів та полідекстрази на кінцеву температуру уварювання помадних сиропів на їх основі	85
3.4 Дослідження впливу різних цукрів та полідекстрази на кінетику помадоутворення	89
Висновки до розділу 3.....	97
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОЗИЦІЙ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ФОРМУВАННЯ.....	99

4.1 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом.....	99
4.1.1 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури на основі глюкози.....	99
4.1.2 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури на основі лактози	106
4.1.3 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури на основі тагатози.....	112
4.1.4 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури зі зниженим цукровмістом.....	116
4.2 Оптимізація рецептурного складу та технології виробництва цукерок кристалічної структури із повною та частковою заміною цукру білого кристалічного.....	121
4.3 Обґрунтування параметрів операції формування цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом.....	126
4.3.1 Дослідження впливу рецептурних компонентів цукерок кристалічної структури на процес їх формування.....	126
4.3.2 Вивчення процесу вистоювання (структуроутворення) цукерок з різним вуглеводним складом.....	133
Висновки за розділом 4.....	141
РОЗДІЛ 5. ЯКІСТЬ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ ТА ЇЇ ЗМІНИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ВИРОБІВ.....	144
5.1 Відповідність розроблених цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів вимогам нормативної документації.....	144
5.2 Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів.....	148
5.3 Зміна основних показників якості розроблених цукерок під час зберігання.....	161
5.4 Дослідження (форм зв'язку вологи) в розроблених зразках цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів.....	169
5.5 Дослідження зміни кристалічності зразків цукерок на основі різних цукрів та підбір раціонального способу їх пакування.....	173
Висновки до розділу 5.....	180
РОЗДІЛ 6. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ ТА ОЦІНКА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ І ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ.....	183
6.1. Удосконалення технологічної схеми цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів.....	183

6.2 Кваліметрична оцінка цукерок на основі різних цукрів за комплексним показником якості.....	195
6.3 Розрахунок соціального ефекту від впровадження розроблених цукерок кристалічної структури.....	197
6.4 Розрахунок економічної ефективності від впровадження удосконалених технологій цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів.....	199
Висновки до розділу 6.....	201
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	203
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	207
ДОДАТКИ	226
Додаток А. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ТА ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ.....	227
Додаток Б. РЕЦЕПТУРИ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ.....	232
Додаток В. ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУКЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ.....	241
Додаток Г. РЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ ЦУКЕРКОВИХ МАС НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР.....	255
Додаток Д. КРИВІ ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ.....	258
Додаток Е. ДИФРАКТОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦУКРІВ І ПОЛІДЕКСТРОЗИ	262
Додаток Є. РОЗРАХУНОК КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ....	264
Додаток Ж. АКТИ ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ РОЗРОБЛЕНИХ ВИРОБІВ.....	267
Додаток З. АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС	293
Додаток І. ПАТЕНТИ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ	296
Додаток К. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	300
Додаток Л. СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	309

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БКВ – борошняні кондитерські вироби

ВОРР - пакувальний матеріал на основі біоорієнтованого поліпропілену

ГІ – глікемічний індекс

ГМ - гідромодуль

ГМО - генетично модифіковані організми

IUPAC-IUB - International Union of Pure and Applied Chemistry-International Union of Biochemistry

JECFA - Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

ЕОМ – електрообчислювальна машина

ОНАХТ – Одеська національна академія харчових технологій

КМЦ – карбоксиметилцелюлоза

КПЯ – комплексний показник якості

ННІХТ- Навчально-науковий інститут харчових технологій

НУХТ – Національний університет харчових технологій

ПГ – показник глікемічності

ПД – полідекстроза

СП - ступінь полімеризації

ТІ – технічні інструкції

ФАО/ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ВСТУП

Актуальність роботи. Одним з пріоритетних напрямів розвитку кондитерської галузі є розширення асортименту виробів функціонального спрямування, в тому числі зі зниженою калорійністю та глікемічністю. Стабільним попитом у споживачів користуються помадні цукерки, що мають високу цукроємність та незбалансованих хімічний склад. Аналіз джерел інформації з питання підвищення поживної цінності та зниження калорійності та показника глікемічності показав, що недостатньо вивчені можливості повної заміни цукру білого кристалічного іншими видами цукрів та його часткової заміни харчовими волокнами в рецептурі цих цукерок. На нашу думку, розширення асортименту цукерок кристалічної структури за рахунок використання цукрів глюкози, фруктози, лактози, тагатози, харчового волокна полідекстрози та вивчення питання удосконалення технологій їх отримання представляє як науковий, так і практичний інтерес. Розширення асортименту цукерок при повній та частковій заміні цукру білого кристалічного в їх рецептурі потребує застосування нових підходів до розробки рецептурних композицій виробів та удосконалення існуючих технологій, для отримання продукції, що наближається до класичних помадних цукерок, які популярні серед усіх верств населення.

Питанню розширення асортименту цукерок з поліпшеними споживними властивостями приділялася увага багатьох вчених: Дорохович А.М., Іоргачової К.Г., Коркач Г.В., Лозової Т.М., Неміріч О.В., Оболкіної В. І., Прикульської Н.В., Самохвалової О.В., Сенагонової Л.І., Сирохмана І. В., Шидакової-Каменюки О.Г., Atsukawa K., Ergun, R., Hartel, R. W., Opris O. Ozcan O. та інших. Проте досліджень щодо повної заміни цукру білого кристалічного в рецептурі помадних цукерок на інші цукри не проводилося, що свідчить про актуальність обраної теми досліджень, яка має науковий та практичний інтерес.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводились відповідно до напряму науково-дослідної роботи Національного університету харчових технологій «Розроблення сучасних енерго- і ресурсоощадних технологій та нанотехнологій для виробництва якісних і безпечних харчових

продуктів» та науковою тематикою кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ «Розробка інноваційних технологій кондитерських виробів спеціального, оздоровчого та дієтичного призначення» (Державний реєстраційний номер 0117u003717).

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології цукерок кристалічної структури шляхом повної заміни цукру білого кристалічного цукрами: глюкозою, лактозою, фруктозою, тагатозою та частковою заміну цукру білого кристалічного харчовим волокном полідекстрозою для надання їм функціонального спрямування.

Досягнення поставленої мети здійснювали на основі комплексу досліджень, які включали такі взаємопов'язані завдання:

1. Провести аналіз сучасних досліджень щодо стану виробництва помадних цукерок зі зниженим вмістом цукру; особливостей формування кристалічної структури цієї групи цукерок; визначення передумов та шляхів удосконалення технології помадних цукерок для повної заміни традиційного цукру білого кристалічного іншими видами цукрів, що мають різні функціонально-технологічні властивості та його часткової заміни харчовим волокном полідекстрозою.

2. Обґрунтувати і експериментально довести можливість отримання цукеркових мас дрібнокристалічної структури на основі різних цукрів та їх комбінацій; встановити необхідність корегування рецептурних композицій та технологічних параметрів стадій виготовлення виробів та надати цим змінам наукове пояснення за допомогою аналізу модельних систем на основі цукрів та їх комбінацій з врахуванням різних функціонально-технологічних властивостей цих вуглеводів.

3. Визначити можливість зменшення вмісту цукру білого кристалічного за рахунок його часткової заміни інноваційним харчовим волокном полідекстрозою. Обґрунтувати необхідність внесення до рецептурної композиції виробів гідроколоїду КМЦ та корегування режимів виготовлення цукерок з метою отримання їх дрібнокристалічної структури.

4. Оптимізувати рецептури та параметри виготовлення цукерок зі зміненим вуглеводним складом, за комплексним показником якості.

5. Дослідити особливості реологічних властивостей цукеркових мас, тривалість структуроутворення корпусів, структурно-механічні показники цукерок, з метою удосконалення технологічної схеми виробництва; внести зміни в технологічні схеми виробництва цукерок зі зміненим вуглеводним складом. Дослідити фракційний склад отриманих цукеркових мас та визначити стан вологи в них.

6. Визначити показники якості розробленого асортименту цукерок відповідно діючої нормативної документації; дослідити сорбційні характеристики розроблених цукерок; встановити зміни показників якості під час зберігання виробів. Дослідити вплив пакування на зміну кристалічності цукерок зі зміненим вуглеводним складом.

7. Провести комплекс робіт з розробки нормативної документації та апробацію удосконаленої технології на підприємствах кондитерської галузі; розрахувати енергетичну цінність та показник глікемічності розроблених цукерок; визначити економічну ефективність виробництва цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів.

Об'єкт досліджень – технологія неглазурованих помадних цукерок.

Предмет досліджень – сахароза, глюкоза, фруктоза, лактоза, тагатоza, харчове волокно полідекстроза; цукрові та помадні сиропи, помадні маси з різним вуглеводним складом та цукерки кристалічної структури на основі досліджуваних цукрів.

Методи досліджень – стандартні загальноприйняті, спеціальні фізичні, фізико-хімічні, що виконувались з використанням сучасних приладів та комп'ютерних технологій; методи математичного моделювання, оптимізації й статистичного оброблення експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтовано удосконалення технології цукерок кристалічної структури шляхом раціонального використання комбінацій цукрів сахарози, глюкози, лактози, фруктози, тагатоzi та харчового волокна полідекстрози для надання їх функціонального спрямування.

Вперше:

– досліджено та експериментально підтверджено можливість отримання цукерок кристалічної структури на основі інноваційного цукру тагатози та встановлена необхідність використання його в комбінації з фруктозою в співвідношенні 9:1;

– встановлено та аргументовано можливість зниження частки цукру білого на 30 % в помадних цукерках шляхом його заміни харчовим волокном полідекстрозою з додатковим внесенням в рецептуру КМЦ на етапі темперування цукеркової маси;

– визначено необхідність корегування кінцевої температури уварювання помадного сиропу для отримання дрібнокристалічної твердої фази цукерок зі зміненим вуглеводним складом;

– встановлено вплив досліджуваних цукрів та харчового волокна полідекстрози на швидкість структуроутворення цукерок в безкрохмальних формах і визначена необхідність збільшення тривалості вистоювання корпусів цукерок на основі комбінації лактози і фруктози в 2 рази в порівнянні з контрольним зразком помадних цукерок;

– досліджені сорбційні властивості цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів і встановлено, що при зберіганні в межах відносної вологості повітря до 70 % для всіх зразків притаманні десорбційні процеси, що доводить відсутність залежності між поняттями «редуючий цукор» і «гігроскопічність»;

– досліджено дисперсний склад твердої фази цукерок кристалічної структури і встановлено, що основна частина твердої фази цукерок представлена переважно кристалами розмірами до 20 мкм, що відповідає технологічним вимогам до виробництва помадних цукерок.

Знайшли подальший розвиток:

– закономірності кристалізації глюкози з розчинів та вплив на цей процес значення рН системи; встановлена необхідність внесення кристалів глюкози в кількості 10 % в помадний сироп на її основі для стимулювання процесу кристалізації цього цукру з утворенням дрібнокристалічної структури виробів та

застосування ягідного пюре в рецептурі для зміщення рН сиропу в бік значень 3,0-3,5, при яких спостерігається інтенсифікація процесу помадоутворення;

– закономірності кристалізації лактози та встановлено, що для отримання дрібнокристалічної помадної маси доцільно комбінувати цей цукор з високорозчинним моносахаридом фруктозою у співвідношенні 1:1;

– дослідження формування реологічних характеристик цукеркових мас з різним вуглеводним складом, що знайшло відображення в необхідності корегування процесу формування розроблених цукерок;

– закономірності зміни кристалічності виробів під час їх зберігання та встановлено позитивний ефект раціонально підбраного способу пакування на збереження якості розроблених цукерок.

Новизну технологічних рішень підтверджено рішенням Державного департаменту інтелектуальної власності про видачу 3 патентів України на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та затверджено рецептури і технологічні інструкції на нові види цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів «Енергійна ягідка», «Молочне сузір'я», «Тагантіні», «Ноктюрн».

Удосконалені технології пройшли апробацію в виробничих умовах підприємств ЗАТ «Житомирські ласощі» в м. Житомир, ТОВ «Арсенал-ПАК» в м. Костянтинівка, Донецької області та СОК «Чиста Флора» в с. Спас Івано - Франківської області, ФОП «Лазарева І.С.» («Cake Productoin») м. Київ.

Дослідження сорбційних властивостей розроблених цукерок на основі редуруючих цукрів стали підставою для внесення змін до останньої редакції стандарту ДСТУ 4135:2021 «Цукерки. Технічні умови», що передбачають внесення поправки № 4 до групи фізико-хімічних показників, а саме «Для помадних корпусів, виготовлених на основі цукрів (глюкози, тагатози, комбінації глюкози і фруктози, тощо) масова частка редуруючих речовин повинна бути не більше 80 %.»

Особистий внесок здобувача. Автором проведено експериментальні дослідження, одержано наукові результати щодо оптимізації рецептурного складу

неглазованих цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів, проведена апробація інноваційних технологій у виробничих умовах.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків, підготовка матеріалів до публікації проведені спільно з науковим керівником к.т.н., доц. Кохан О.О.

Сорбційні властивості розроблених цукерок досліджено спільно з фахівцями відділу синтезу досліджень сорбентів Інституту фізичної та колоїдної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України, термогравиметричні дослідження – зі співробітниками відділу пористих речовин і матеріалів Інституту фізичної та колоїдної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України; рентгеноструктурні дослідження проведено спільно зі співробітниками лабораторії Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського Національної академії наук України.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 85-89 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» НУХТ (м. Київ, Україна, 2019 – 2023 рр.), Міжнародній науково-практичній конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» НУХТ (м. Київ, Україна, 2018 – 2022рр.), Міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» НУХТ (м. Київ, Україна, 2019, 2021, 2022 рр.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» ОНАХТ (Одеса, Україна, 2018 р.), IV Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасний рух науки» (Дніпро, Україна, 2018 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Майбутній науковець» Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля (м. Сєверодонецьк, Україна, 2018 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний розвиток харчової індустрії» Інститут продовольчих ресурсів НААН (м. Київ, Україна, 2019 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі» НУХТ (м. Київ, Україна, 2020 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Технології харчових продуктів і

комбікормів» ОНАХТ (Одеса, Україна, 2020 р.), Міжнародній конференції «Якість і безпека харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення» (Львів, Україна, 2020 р.), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини, (Прага, Чехія, 2020 р.), Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания», Государственный университет Акакия Церетели (г. Кутаиси, Грузия, 2020 г.), Международной научно-практической конференции по случаю 80-летия профессора, академика ГААС Гурама Ткемоладзе (г.Тбилиси, Грузия, 2021 г.), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні НУХТ (м. Київ, Україна, 2021 р.), International scientific and practical conference «Science and innovation of modern world» (London, United Kingdom, 2023).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 36 друкованих праць: 6 статей (з них 1 – у науковому виданні, що входить до наукометричної бази Web of Science і 3 у затверджених науково-фахових виданнях України, 1 - у науковому періодичному виданні іншої країни, 1- у спеціалізованому виданні), 3 патенти України на корисну модель, 1 розділ колективної монографії University of Applied Sciences (м. Рига, Латвійська Республіка), 26 тез і матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Матеріали дисертації викладено на 189 сторінках основного друкованого тексту, містять 35 рисунків і 31 таблицю. Список використаних джерел включає 205 найменувань, у тому числі англомовних – 81.

РОЗДІЛ 1

ПЕРЕДУМОВИ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ПОМАДНИХ ЦУКЕРОК З ПОВНОЮ ЧИ ЧАСТКОВОЮ ЗАМІНОЮ ЦУКРУ БІЛОГО КРИСТАЛІЧНОГО В РЕЦЕПТУРІ ВИРОБІВ

1.1 Сучасний стан виробництва цукерок

Харчова промисловість є однією з найважливіших складових економіки будь-якої держави. Актуальність її розвитку в Україні пов'язана з тим, що вона є найважливішою ланкою продовольчого комплексу держави, що відіграє провідну роль у вирішенні питання забезпечення населення харчовими продуктами в асортименті та обсягах, достатніх для формування правильного і збалансованого раціону [49].

В структурі харчової промисловості кондитерська галузь посідає одне із головних місць, адже є цілком сформованою та самодостатньою. На часі, галузь переживає не найкращі часи, що спричинено низкою проблем як в середині галузі, так і в самій країні. Але, незважаючи на ці тимчасові кризові явища, вона продовжує стабільно працювати та розширювати асортимент кондитерської продукції.

Результати аналізу довоєнного стану вітчизняної кондитерської галузі засвідчують [89], що у 2020 році ринок кондитерської продукції приблизно на 90-91 % забезпечувався внутрішнім виробництвом. Імпорт кондитерської продукції в Україну склав приблизно 60 тис. т., і займав 9-10 % всього обсягу виробництва кондитерської продукції, що підтверджує той факт, про спроможність українських компаній в повній мірі забезпечувати потреби внутрішніх споживачів кондитерською продукцією. Варто відзначити, що українські виробники після втрати експортних поставок на ринки російської федерації та інших країн Митного Союзу протягом 2017 – 2018 років почали здійснювати пошук перспективних напрямків збуту продукції та вдосконалювали її якість для виходу на ринки Європи та дуже перспективні ринки країн Азії, для яких було зняте мито на українські солодощі, що сприяло розвитку нових експортних можливостей галузі. Відомо, що вимоги до якості і безпечності продуктів на європейському та азіатському ринку є доволі високими, що потребує сучасних підходів до їх виробництва. Лідери

українського ринку кондитерської продукції: корпорації «ROSHEN», «KONTI GROUP», «ABK» активно використовують можливість і виводять новинки кондитерських виробів на зарубіжні ринки та активно реалізують продукцію на вітчизняному ринку.

Оскільки кондитерські вироби не є продуктами першої необхідності, виробники в рекламі новинок роблять акцент на емоційному сприйнятті рішення про покупку. При виборі товару українськими споживачами відіграє роль країна виробника - покупець частіше вибирає вітчизняну продукцію. Її популярність зумовлена такими факторами:

- ціна – вітчизняна продукція доступніша, ніж імпортна;
- якість – українські компанії пропонують широку лінійку продукції високої якості;
- тренд Made in Ukraine – з 2013 року українці прагнуть підтримати вітчизняних виробників кондитерських виробів, а нині це стало ще більш актуальним.

Також слід відмітити, що українські споживачі є досить уважними щодо свого харчування і все більше звертають увагу на склад продукту, його корисні властивості, калорійність, термін зберігання, тощо. Світова аналітична компанія Nielsen провела низку досліджень [1], щоб визначити важливість природних інгредієнтів в харчових продуктах для українців. Згідно з опитуванням 75% українських покупців перевірятимуть інгредієнти на упаковці, тоді як 73% покупців готові платити вищі ціни за натуральні продукти. Згідно висновків, що зробили експерти програми Global Health and Ingredient Insights, третина українців стежить за своєю вагою, свідомо вибираючи продукти з меншим вмістом цукру. Найбільш небажаними в складі продуктів харчування українські споживачі, як і європейські, назвали штучні добавки та барвники (80 % і 79 %), антибіотики та гормони (80 %), а також ГМО (74 %). Відповідно світовим тенденціям в харчуванні кожна галузь вітчизняної харчової промисловості має підлаштовуватися під вимоги сучасного вибагливого споживача, кондитерська галузь не виключення.

На сьогодні, в усьому світі існує класифікація всіх кондитерських виробів залежно від використовуваної основної сировини з їх поділом на три великі сегменти: шоколадні, борошняні та цукристі кондитерські вироби. Зокрема, саме до

цукристих кондитерських виробів відноситься група помадних цукерок і становить близько 50 % від загального виробітку цукерок вітчизняними підприємствами галузі. Ця група цукерок користується стабільним попитом завдяки високим органолептичним показникам та відносно невисокою вартістю.

Згідно ДСТУ 4135-2021 [100] помадні цукерки – це цукерки, корпус яких складається з помадної маси. Помадна маса – це дрібнокристалічна маса, виготовлена з цукру білого кристалічного і патоки, з доданням або без додання молока, фруктово-ягідної чи іншої сировини. Основними рецептурними компонентами помадної маси є цукор білий кристалічний та крохмальна патока, що становлять основу цукрової помадної маси, при додаванні до цих компонентів молочних продуктів виготовляється молочна помадна маса чи помадна маса «крем-брюле», а при використанні фруктово-ягідної сировини у вигляді пюре отримується фруктова помадна маса.

В Україні є низка підприємств, що спеціалізуються на випуску помадних цукерок, вони щорічно розширюють свій асортимент, роблячи акцент на покращення харчової цінності продукції. Враховуючи складність технології виготовлення цієї групи цукерок та необхідність спеціалізованого технологічного обладнання для отримання помадної маси, такі цукерки виготовляються на потоково-механізованих лініях в цехах кондитерських підприємств середньої та великої потужності. Основними українськими підприємствами, які випускають помадні цукерки є корпорації «ROSHEN», «Бісквіт-Шоколад», «KONTI GROUP», «АВК» та кондитерські фабрики: «Житомирські ласощі», «Запорізька кондитерська фабрика», «Одесакондитер», «Полтавакондитер», «Ласощі», «Стимул». Вінницька кондитерська фабрика корпорації «ROSHEN» та цукерковий цех підприємства «Бісквіт-Шоколад» випускають помадні цукерки з використанням какао-порошку замість штучних барвників [4]. Підприємства «KONTI GROUP» випускають помадні цукерки з використанням яблучного та полуничного пюре [154], «Запорізька кондитерська фабрика» використовує в рецептурах помадних цукерок фруктові підвари [47].

Проаналізувавши вітчизняний ринок виробництва помадних цукерок було відмічено, що великий їх відсоток випускається глазуrowаними різними видами глазури. Це пояснюється тим, що глазурування дозволяє збільшити термін зберігання помадних цукерок та надати їм привабливого вигляду, однак така обробка поверхні може викликати зниження їх харчової цінності за рахунок використання замість дороговартісної шоколадної глазури більш дешевої кондитерської, що може містити в своєму складі транс-ізомери.

Неглазуrowані помадні цукерки зараз практично не випускаються саме через їх незначний термін зберігання, що обумовлений швидкими змінами в їх консистенції за рахунок інтенсивного видалення вологи. Аналіз вітчизняного ринку кондитерської продукції показав, що лише декілька підприємств мають в своєму асортименті такі вироби. Так, Запорізька кондитерська фабрика випускає неглазуrowані помадні цукерки «Кальміус», «Прем'єра» та «Шкільні роки»; ЗАТ «Екотехніка» під ТМ «Ріконд» випускає неглазуrowані помадні цукерки «Гранд прем'єра» та «Шкільна забава». До рецептури даних виробів входять натуральні інгредієнти (цукор, патока, какао-порошок, згущені молочні продукти), за рахунок чого подібні цукерки можна рекомендувати до споживання дітям.

Серед європейських виробників цукерок помадні маси зазвичай використовують переважно у вигляді начинок для цукерок типу «Асорті» (ТМ «Butlers» (Ірландія), ТМ «Maitre Truffout» (Австрія), ТМ «Lindt» (Швейцарія), ТМ «Holloren» (Німеччина) тощо.

Культура споживання кондитерських виробів в нашій країні призвела до того, що вони практично увійшли в щоденний раціон споживання середньостатистичного українця. Але зараз в усьому світі спостерігаються тенденції по більш дбайливому ставленню до свого здоров'я і одним із його вирішальних чинників є корегування раціону харчування.

У сучасному світі все більша кількість споживачів переходять на здорове харчування. Завдяки популярній тенденції вести здоровий спосіб життя та

слідкувати за своїм раціоном, ринок солодоців України теж зазнає змін на вимогу споживачів в бік використання лише натуральної сировини, зменшення калорійності виробів, застосування функціональних природних інгредієнтів, зменшення кількості цукру та жиру в рецептурах виробів.

Ця тенденція повністю відповідає вимогам директив ВООЗ, що закликають до зниження вмісту цукру у продуктах харчування і зазначають, що цукор не повинен становити більше ніж 10 % добової калорійності. Тому на сьогоднішній день споживачі все більше стають стурбовані високим вмістом цукру в продуктах, особливо «прихованим цукром», калорійністю та каріогенністю виробів з цукром, що сприяє збільшенню популярності продуктів зі зниженою кількістю «вільних цукрів». Термін «вільні цукри» вперше був використаний ще у 2002 році експертами ФАО/ВООЗ і до них відносяться моносахариди та дисахариди, що застосовуються при приготуванні харчових продуктів в якості рецептурного інгредієнту, а також природні цукри, що містяться в сировині багатій ними (мед, патока, сиропи, різноманітна фруктово-ягідна сировина тощо) [137,202].

Раціональними шляхами зменшення споживання цукру споживачами є: розробка та удосконалення технологій харчових продуктів зі зниженим цукровмістом; зменшення розмірів порцій (ваги одного виробу); популяризація серед населення здорового способу життя і збалансованого харчування. Розробка харчових продуктів зі зменшеною кількістю цукру можлива за рахунок: часткової або повної заміни цукру в рецептурі виробу або максимально можливого зменшення його частки в продукті. Як правило, заміщення цукру вимагає використання як альтернативних цукрозамінників, так і використання різноманітних наповнювачів в поєднанні з підсолоджувачами [108]. Однак, при виробництві кондитерських виробів, які традиційно мають досить насичений солодкий смак, де цукор виступає не лише як носій солодкого смаку, а й як основний структуроутворювач, такі підходи потребують детального відпрацювання та досліджень по кожній групі солодкої продукції. Для групи цукерок кристалічної структури (помадних цукерок) це дуже актуально, адже утворення помадної маси відбувається завдяки самочинній кристалізації цукру з пересиченого розчину, тому до питання його зменшення саме в

рецептурах цієї групи цукерок слід підходити зважено та відповідально, щоб забезпечити збереження оригінальної структури виробів.

В багатьох країнах світу на законодавчому рівні затверджене відповідне маркування харчової продукції, що інформує споживачів про знижений вміст цукру чи його повну відсутність в продукті. Також є відповідне маркування щодо зниження калорійності продукту в порівнянні з традиційним виробом. Так, «низькокалорійним продуктом» вважається той, що має зменшену калорійність на 30 % і більше від калорійності традиційного аналога [41]. Нажаль, в Україні питання щодо класифікації таких продуктів та їх маркування ще в процесі опрацювання, але це не заважає нашим виробникам солодкої продукції розширювати асортимент виробів і в цьому напрямі.

Для задоволення потреб вимогливих споживачів виробники постійно вдосконалюють свій асортимент, розробляючи нові вироби, в яких класичний компонент рецептури – цукор білий кристалічний замінюється на інші види цукрів, або зменшується його частка в рецептурі за рахунок використання наповнювачів та структуроутворювачів. Сьогодні цукерки без традиційного цукру білого кристалічного представлені на споживчому ринку в достатньому асортименті. Зараз вітчизняні виробники виготовляють різноманітні кондитерські вироби в яких традиційний цукор замінений на моносахарид фруктозу і така продукція позиціонується на ринку як солодощі для хворих на цукровий діабет. Так, кондитерська фабрика ЗАТ «Житомирські ласощі» випускає цукерки із заміною сахарози на фруктозу: пралінові «Батончик із фруктозою», желейні «Морель», збивні «Ртashka», корпус на основі вафель [46]. Корпорація Бісквіт-Шоколад теж випускає вафельні цукерки із використанням фруктози замість цукру «Вафельні на фруктозі»[3]. Продовольча компанія «Ясен» випускає лінійку діабетичних продуктів на фруктозі, серед яких є жировий баточник «Шарм» та вафельні цукерки «Скарби Алі-Баби» [88].

Серед невеликих вітчизняних кондитерських підприємств розширення асортименту продукції зі зниженим вмістом цукру чи навіть з повним його виключенням з рецептури є також досить затребуваним, а отже широко реалізованим. Адже таким підприємствам, де задіяна менша механізація праці, навіть легше розширювати свою лінійку виробів. Так, українська компанія Стевіасан спеціалізується на випуску продукції ТМ «Корисна кондитерська». В асортименті підприємства представлені цукерки ручної роботи з різними корпусами (пралінові, кремові, збивні, фрукти в шоколаді), в яких цукор замінений на комплексний цукрозамінник на основі мальтозної патоки, багатоатомного спирту мальтитолу з додаванням підсолоджувача - екстракту стевії. Цукерки глазуруються шоколадною глазур'ю, що не містить цукор, а її солодкий смак досягається використанням багатоатомного спирту мальтитолу та екстракта стевії [51]. Цукерки ТМ «YARO» виготовляються на основі ксилітолу з додаванням сиропу топінамбура [203].

Вітчизняні кондитери під ТМ «Bob Snail», ТМ «Фрукфетта», ТМ «Фруттім» спеціалізуються на виготовленні фруктових цукерок без цукру на основі фруктів, в яких основним інгредієнтом є фруктово-ягідні пюре. Виробники солодоців під ТМ «Кохана» теж почали виготовляти цукерки без доданого цукру, корпус цих цукерок виготовляється на основі різноманітних сухофруктів, що і зумовлює солодкість виробів [53].

З метою зменшення кількості цукру в харчових продуктах перспективним є використання наповнювачів у вигляді розчинної клітковини різного походження.

В сегменті спортивного харчування серед українських споживачів все більшої популярності набуває продукція компанії «Power Pro» (Україна), яка розширила лінійку своєї продукції протеїнових та вуглеводних батончиків, замінивши цукор білий кристалічний фруктоолігосахарідами в поєднанні з підсолоджувачем – сукролазою [178]. Подібний склад мають і протеїнові батончики української компанії «Sporter». Заміна традиційного цукру на харчові волокна в поєднанні з мальтитолом та екстрактом з листя стевії характерна шоколадним цукеркам вітчизняного виробника «Healthy Generation» [146].

Також на вітчизняному ринку представлені імпортні кондитерські вироби з харчовим волокном полідекстрозою: протеїнові вафлі та шоколадні батончики «Atkins», протеїнові батончики «Protein Cake Bites». Не висока вартість цього наповнювача в порівнянні з іншими розчинними харчовими волокнами робить його перспективною сировиною для досліджень в контексті часткової заміни цукру на полідекстрозу в рецептурах цукерок кристалічної структури.

Аналізуючи закордонний ринок цукерок без цукру білого кристалічного можна відмітити компанію «Cavalier» (Бельгія), яка розширила свій асортимент цукерок виробами на основі суміші харчових волокон (інуліну, декстрину, олігофруктози) в поєднанні з різними поліюлами: низькалорійним еретритолом, мальтитолом, лактитолом, в якості підсолоджувача використовуючи екстракт стевії [124].

Продукція всесвітньо відомої індійської кондитерської компанії «Ghasitaram» теж має лінійку цукерок без цукру, що виготовляються на основі фруктоолігосахаридів та сукролази. Основною особливістю цих виробів є застосування в їх рецептурах традиційної індійської сировини (наприклад молочного продукту mawa) [139].

Проаналізувавши ринок вітчизняних та імпортних цукерок нами було відмічено, що структуроутворення більшості цукерок, що виготовляються без цукру, відбувається за рахунок таких процесів як драглеутворення, пінодраглеутворення, кристалізації жиру тощо. Слід відзначити і практичну відсутність на ринку зразків помадних цукерок, що виготовлялися б без використання в рецептурі цукру білого кристалічного або з його зниженим вмістом в рецептурі. Це можна пояснити тим, що основою отримання помадної маси є процес самочинної кристалізації цукру з розчину, а зменшення частки цукру буде призводити до виникнення труднощів з кристалізацією і утворенням дрібнокристалічної структури помадної маси. Тому проведення досліджень в напрямку розробки цукерок з кристалічною структурою з повною або частковою заміною цукру білого кристалічного є дуже важливим та доволі складним завданням. Для розуміння процесів, що формують якість помадних цукерок, слід детально опрацювати механізми та фактори, що будуть впливати на процес помадоутворення.

1.2 Основні передумови отримання високоякісних помадних цукерок

Основою помадних цукерок є напівфабрикат помадна маса, що має гетерогенну структуру і складається з трьох фаз: твердої, що являє собою дрібні кристали цукру, що викристалізувалися з пересиченого розчину (цукрово-помадного, цукрово-помадно-молочного, цукрово-помадно-фруктового, залежно від виду помади), рідкої фази – міжкристалевого сиропу та незначної частини газоподібної фази, що представляє собою повітря, яке потрапило в помаду під час її отримання шляхом інтенсивного перемішування [119].

Тверда фаза цукрової помади представлена різними за розміром кристалами сахарози, за результатами досліджень багатьох вчених [119] відомо, що в якісній помадній масі їх розмір не повинен перевищувати 12-20 мкм, інакше вони відчуються органолептично і помада вважається неякісною. Навіть присутність кристалів 20 мкм в кількості 20 % вже суттєво впливає на якість цього напівфабрикату, тому слід відповідним чином вести процес помадоутворення, щоб створити умови для утворення кристалів дрібних розмірів. Рідка фаза помади - фізично однорідна, але за хімічним складом складна фаза, яка складається з декількох компонентів. Склад рідкої фази залежить від рецептури помади. Для цукрової помади, де основними компонентами є цукор білий кристалічний та патока, рідка фаза представляє собою розчин сахарози, глюкози, фруктози, мальтози, декстринів та невеликої кількості продуктів розкладу цукрів.

Газоподібна фаза представлена у вигляді бульбашок повітря, що утворилися в результаті інтенсивного перемішування сиропу в помадозбивальних машинах. У молочних помадах є білок, який сприяє більшому накопиченню газоподібної фази, проте об'єм її не перевищує 6 % загального обсягу помади. Газоподібна фаза не відіграє важливої ролі у властивостях помадних мас, тим більше, що при їх темперуванні практично все повітря видаляється [149,150].

Відомо, що основний вплив на консистенцію та якість помадної маси здійснюють співвідношення між її твердою та рідкою фазами та хімічний склад рідкої фази. Від останнього залежать розчинність сахарози в рідкій фазі та її в'язкість.

Кристали твердої фази помади знаходяться в оточенні рідкої фази, яку можна назвати міжкристальним сиропом. Існує думка, що цей сироп можна вважати насиченим розчином [38], однак більшість сучасних досліджень процесу кристалізації сахарози [150] демонструють той факт, що цей сироп слід вважати пересиченим внаслідок різних розмірів кристалів твердої фази помади та безперервного видалення вологи з помади під час її зберігання.

За законом Генрі, розчинність речовини пропорційна пружності пари, а остання залежить від розміру частинок. Таким чином, розчин, насичений відносно дрібних кристалів, є пересиченим відносно більш крупних. Дрібні кристали мають більшу розчинність, ніж крупні. Якщо кристали різного розміру знаходяться в зв'язку з насиченим розчином, то більш крупні будуть самовільно рости, за рахунок розчинення більш дрібних.

В якісній свіжевиготовленій помадній масі вміст рідкої фази повинний бути в межах 40-45 %, твердої - 60-65 %. Однак, це співвідношення, як і полідисперсний склад кристалів, не постійне та залежить від багатьох факторів: ступеня пересичення помадного сиропу та в'язкості, які в свою чергу обумовлюються вмістом сахарози, рецептурним складом сиропу, його масовою часткою вологи, температурою, тощо.

Промислове виробництво неглазурованих помадних цукерок складається із наступних етапів:

- підготовка сировини;
- приготування помадного сиропу;
- приготування помадної маси за рахунок інтенсивного збивання помадного сиропу з одночасним його охолодженням;
- темперування цукеркової помадної маси із внесенням смако-ароматичних компонентів;
- формування та структуроутворення корпусів;
- загортання та пакування готових виробів [38].

Приготування помадного сиропу може здійснюватися на різному варильному обладнанні, що залежатиме від продуктивності лінії. Основними компонентами для його приготування є цукор білий кристалічний і патока, дозування якої варіюється

від 10 до 25 % до маси цукру, залежно від способу формування корпусів цукерок [38].

Контроль за кристалізацією цукру є головним елементом для забезпечення високоякісної помадної маси. Двома ключовими критеріями отримання помади шляхом кристалізації цукру є легкість проходження процесу кристалізації та концентрація помадного сиропу, яка і буде рушійною силою цього процесу.

Сахароза являє собою традиційний цукор, який використовується для кристалізації помади, оскільки він має високу розчинність і легко кристалізується. Використання глюкози або фруктози в при виготовленні помадної маси обмежене, оскільки їх швидкість кристалізації надто повільна. Однак, лише сахароза не зможе забезпечити необхідну структуру помади, оскільки інтенсивно відбудеться кристалізація цукру і в результаті отримується тверда, розсипчаста цукрова маса. Необхідно вносити патоку (глюкозний сироп) в якості антикристалізатора, щоб забезпечити рівномірну кристалізацію сахарози, і, таким чином, контролювати консистенцію помади [149,150].

При додаванні в розчин сахарози невеликих кількостей патоки зменшується швидкість утворення та ріст кристалів. Компоненти патоки зменшують швидкість обміну молекул сахарози на межі зародок – розчин за рахунок збільшення енергії активації в'язкості. Адсорбція молекул глюкози або мальтози можлива на піранозній частині молекул сахарози, що гальмує швидкість їх обміну з молекулами сахарози, які ввійшли в кришталеву ґратку зародка, також це збільшує час релаксації процесу та зменшує швидкість утворення центрів кристалізації [150]. Вивчення впливу різних цукрів на швидкість помадоутворення засвідчує, що найбільше знижують швидкість кристалізації сахарози глюкоза, мальтоза, фруктоза [115].

Відомо, що процес кристалізації можливий тільки в пересиченому розчині. Для отримання помади необхідно створити такі умови, за яких би відбувалося утворення центрів кристалізації та їх зростання. У чистому водному розчині цукрози утворення кристалів спостерігається при досягненні ступеня пересичення $a \geq 1,3$. Присутні у розчині патока, молоко розширюють метастабільну зону, тобто підвищують стійкість сахарози у розчині. Отже, в цукрово-паточко-молочному сиропі утворення

центрів кристалізації почнеться при досягненні перенасичення $a > 1,3$. Для збільшення ступеня пересичення сиропу до величини, при якій самочинно утворюються центри кристалізації, його охолоджують у помадозбивальних машинах при інтенсивному перемішуванні [150].

Дуже важливо, щоб сироп був охолоджений відразу після приготування, тому що він стає перенасиченим розчином і утворюються сприятливі умови для інтенсивної кристалізації; з іншого боку, при охолодженні в'язкість сиропу підвищується, і це зупиняє утворення великих кристалів сахарози [119].

Помадна маса, що виходить зі помадозбивальної машини, надходить на операцію темперування для приготування цукеркової маси шляхом внесення смако-ароматичних речовин та надання цукерковій масі відповідної плинності, що дозволяє здійснити формування виробів. Внесені добавки зумовлюють смакові властивості цукеркової маси, а також можуть впливати на її структурно-механічні властивості. Після введення смако-ароматичних компонентів цукеркову помадну масу темперують при температурі 70-75°C для забезпечення якісного процесу відливання маси в форми [38].

При темперуванні помадної маси йде процес часткового розчинення кристалів і, відповідно, зміна співвідношення між рідкою і твердою фазами. Така зміна може відбуватися і під впливом введення в помаду різноманітних добавок (жирів, спиртів), які впливають на розчинність сахарози. Однак, при темперуванні за оптимальних температур даний процес не спричиняє значного погіршення якості помадної маси. Якщо ж помадну масу перегріти, то масова частка її твердої фази зменшиться в результаті розчинення, в першу чергу, дрібних кристалів. Внаслідок цього якість виробів значно погіршиться.

Найбільш розповсюдженим методом формування помадних цукерок є відливання цукеркової маси у відштамповані в крохмалі форми. Після охолодження відлитої цукеркової маси в формах в результаті тепло- і вологообміну утворюється достатньо міцна структура виробів, яка забезпечує збереження форми корпусів цукерок при подальшій їх обробці і зберіганні [38]. Зараз все частіше для реалізації цього способу формування застосовуються відливальні машини, що передбачають

застосування безкрохмальних форм, виготовлених на основі карбополімерів чи силікону [199].

Зазвичай вміст води у помадних цукерках знаходиться в межах 10-15 %. Вода суттєво впливає на твердість помадної маси - з більш високим вмістом води формується м'яка і рідка помада, що може бути використана в якості оздоблення. Більш м'яка консистенція помадної маси може бути отримана шляхом додавання речовин модифікаторів кристалізації, таких як крохмальна патока, інвертний цукор, гліцерин або сорбітол. Ці компоненти сприяють утворенню більшій кількості рідкої фази, збільшуючи розчинення твердих речовин в фазі сиропу та зменшуючи у помаді кількість кристалів цукру [149,150].

Характеристика готових помадних цукерок визначається співвідношенням кристалічної (твердої) та рідкої фази, а також розподілом кристалів твердої фази за фракціями. У якісній помаді вони повинні бути менші за порогову межу їх органолептичного виявлення (приблизно 20 мкм).

Помадні маси завдяки наявності твердої та рідкої фази є нестійкими системами. Такі системи мають надлишок вільної поверхневої енергії, термодинамічно нестійкі та прагнуть зменшити дисперсність частинок шляхом коагуляції або переконденсації – переходу речовини дисперсної фази від малих до більш крупних частинок через дисперсне середовище. Їх стабілізація закономірно пов'язана з переходом в енергетично більш "бідніший" стан, яким є кристалічний стан. Таким чином, гетерогенна система буде самовільно намагатися до встановлення кристалічного стану. Саме з цієї причини неглазуровані помадні цукерки мають невеликий термін зберігання, адже їм притаманні інтенсивні десорбційні процеси, що призводять до погіршення консистенції виробів, через збільшення частки твердої фази помади. Існує багато робіт присвячених питанням подовженню терміну зберігання цих цукерок [15,149,171,172]. Основні прийоми для вирішення цього питання пов'язані з внесенням груп інгредієнтів, які б володіли гігроскопічними властивостями чи мали вологозв'язуючі властивості, також це можуть бути компоненти, які б продукували утворення гігроскопічної фруктози на етапі зберігання готових виробів [15,172].

З вищезазначеного можна зробити висновок, що основним процесом, що супроводжує отримання високоякісних помадних цукерок є процес самочинної кристалізації цукру з пересиченого розчину. І на цей процес буде впливати низка факторів, що в свою чергу, впливатиме і на якість готових цукерок.

1.3 Фактори, що впливають на якість помадної маси

Основними факторами, що впливають на консистенцію та показники якості помади є : співвідношення між її твердою та рідкою фазами, розмір кристалів твердої фази та хімічний склад рідкої фази. Від хімічного складу рідкої фази помади залежать розчинність сахарози та її в'язкість [150].

Тверда і рідка фаза в помаді знаходяться в нестійкій рівновазі, що в першу чергу зумовлено масовою часткою вологи в помаді та її температурою. При збільшенні вологості і підвищенні температури частка рідкої фази зростає, що виражається насамперед у зниженні її в'язкості. Зі зменшенням остаточної вологості помадного сиропу в'язкість та граничне напруження зсуву різко збільшуються, що можна пояснити збільшенням кількості твердої фази. Полідисперсний склад твердої фази при цьому змінюється в сторону збільшення дрібнокристалічної фракції (0-10 мкм) [66] .

Для збільшення стабільності помади як гетерогенної системи, можна застосовувати прийоми по збільшенню в'язкості її рідкої фази. Це дозволить пригальмувати процес викристалізації сахарози з міжкристалевого розчину і збільшення частки твердої фази помади. Підвищення в'язкості помадної маси можна досягти шляхом додаткового внесення до рецептури вологоутримуючих агентів. Так, у роботі [107] пропонується вносити в помадну масу порошок банану. За рахунок цього в'язкість маси збільшується у 1,2 рази порівняно із контролем, однак це призвело до ускладнення процесу формування такої помадної маси через здатність бананового порошку до набухання. Ця проблема розробниками вирішувалася за рахунок внесення до помадної маси вершкового масла, що дозволяло знизити початкову в'язкість маси майже вдвічі.

При аналізі реологічних властивостей помадних мас із частковою заміною сахарози на симбіотичний комплекс, в складі якого присутня лактулоза, було

встановлено, що ефективна в'язкість досліджуваних зразків зменшується на 16...28 % порівняно з контролем. Науковці [52] припускають, що це відбувається через те, що в цукеркових масах зменшується вміст цукру і в рецептуру вводиться синбіотик з високою вологістю, це й призводить до зсуву рівноваги в бік збільшення рідкої фази помади.

Підвищення температури сиропу, за якої відбувається помадоутворення, викликає додаткові зміни, які характеризуються подальшим збільшенням вмісту сухих речовин в рідкій фазі за рахунок підвищення розчинності цукрів і переходу частини кристалічного цукру в розчин. Це в свою чергу веде до збільшення кількості рідкої фази. Змінюється структура помади, в твердій фазі збільшується вміст кристалів фракції 30-40 мкм, що погіршує якість помади [15]. Чим нижча температура охолодження сиропу, тим вище ступінь перенасичення, тому під час збивання утвориться більше центрів кристалізації і більш дрібними будуть кристали твердої фази, а отже і вище якість отриманої помади [66].

Співвідношення твердої й рідкої фази помади залежить ще й від інших факторів, основними з яких є масова частка редукуючих речовин у помадному сиропі. Вважається, що збільшення кількості редукуючих речовин підвищує вміст рідкої фази помади, робить її більш стійкою проти зацукрювання (черствіння). Але це твердження, на нашу думку, відноситься лише до одного представника редукуючих цукрів, а саме фруктози, яка дійсно здійснює позитивний ефект на подовження терміну зберігання помадних цукерок завдяки своїм гігроскопічним властивостям. Сорбція вологи з оточуючого середовища фруктозою, що знаходиться у складі помадних цукерок, сприятиме збереженню, до певної міри, рівноваги між рідкою та твердою фазами помади. Тому хімічний склад помадного сиропу є одним з вирішальних факторів для отримання високоякісної помадної маси.

Однак, якість готової помади залежить не тільки від співвідношення твердої і рідкої фази, але і від розмірів кристалів твердої фази.

Відомо, що на величину кристалів помади впливають:

- ступінь пересичення цукрового сиропу;
- температура охолодження сиропу в період кристалізації;

- тривалість та інтенсивність збивання помади;
- рецептурний склад помадного сиропу [117].

Як відомо, помадні маси утворюються в результаті кристалізації сахарози із її пересичених водних розчинів. Одним із вагомих факторів, які впливають на процес кристалізації є ступінь пересичення цукрового сиропу. Зі збільшенням коефіцієнту пересичення сиропу збільшується кількість твердої фази. Таким чином зі збільшенням даного показника утворюється більше центрів кристалізації, сумарна поверхня кристалів різко зростає, що призводить до утворення більш дрібних кристалів.

Необхідною умовою отримання пересиченого розчину з наступним утворенням кристалів цукру є інтенсивне охолодження насиченого помадного сиропу. Чим більше буде охолоджений насичений сироп, тим інтенсивніше буде проходити процес кристалізації. На розміри кристалів при їх формуванні впливає кількість центрів кристалізації, чим більше буде таких центрів в одиниці об'єму, тим дрібніші будуть самі кристали.

На дисперсність помади великий вплив здійснює інтенсивність перемішування охолодженого сиропу. Чим енергійніше відбуватиметься збивання, тим швидше утворюватимуться центри кристалізації і дрібнішими будуть кристали помади [117].

На дисперсність також впливає рецептурний склад помади, особливо кількість внесення антикристалізаторів, найчастіше в цій ролі використовується крохмальна патока. Як правило, патоку вносять з метою забезпечення рівномірної кристалізації дрібних кристалів сахарози. Співвідношення сахарози і патоки визначає ступінь кристалічності сахарози і, таким чином, істотно впливає на текстуру помади. Антикристалізатори можуть сповільнювати кристалізацію двома шляхами. По-перше, вони збільшують концентрацію розчину в насиченому стані і тим самим зменшують рушійну силу процесу самочинної кристалізації. Але важливіше є те, що вони, збільшуючи в'язкість, запобігають молекулам цукру об'єднуватися з формуванням кристалічних гра ток, що є основою утворення центрів кристалізації.

Помада з низьким вмістом патоки (глюкозного сиропу) має високий вміст кристалічної фази та низький вміст рідкої фази, що призводить до отримання більш твердого, більш крихкого виробу [150].

Розглядаючи питання можливості отримання помади без використання основного структуроутворювача сахарози слід пам'ятати, що швидкість, з якою відбувається кристалізація цукру, залежить від численних факторів, включаючи молекулярну природу та розчинність різних цукрів. Загалом, кожен цукор має власну властиву йому швидкість кристалізації, що, ймовірно, залежить від молекулярних взаємодій у фазі розчину. Розчинність та її залежність від температури також впливають на швидкість кристалізації цукрів при отриманні помадної маси. Наприклад, високорозчинна фруктоза, зазвичай, кристалізуються дуже повільно, тому що важко створити такі умови перенасичення, що зменшують рухливість її молекул, без досягнення досить високої концентрації її розчину. Навпаки, цукри з низькою розчинністю, як-от лактоза, зазвичай кристалізуються легше, оскільки простіше створити умови для отримання її пересичених розчинів [150].

1.4 Перспективи використання різних цукрів в технології цукерок кристалічної структури

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.

Для вирішення поставленої задачі запропоновано повністю замінити основний інгредієнт помадних цукерок – цукор білий кристалічний (сахарозу) на інші види цукрів, серед яких є традиційні при виробництві кондитерських виробів: глюкоза, фруктоза, лактоза, тагатоza та харчове волокно – полідекстроза.

Провівши літературний пошук, нами було встановлено, що досвід використання досліджуваних цукрів в технологіях кондитерських виробів

переважно зосереджений в технологіях різних БКВ, шоколаду, виробів аморфної чи драгледоподібної, пінодрагледоподібної структури [150]. В технологіях цукерок кристалічної структури, де домінуючим процесом утворення структури виробу є процес кристалізації, знайдено лише поодинокі розробки по технологіям глюкозної помади [18] та часткової заміни цукру в рецептурі виробів на фруктозу, що використовується в ролі гігроскопічного компонента для подовження терміну зберігання виробів [15]. Напевно, це пов'язано з тим, що основним процесом в технології помадних цукерок є складний процес кристалізації, який потрібно проводити за відповідних умов для отримання якісної дрібнокристалічної помади. В таблиці 1.4.1 наведені основні технологічні властивості досліджуваних вуглеводів.

Таблиця 1.4.1 - Основні технологічні властивості вуглеводів [42]

Назва вуглеводу	Розчинність при 20°C, %	Глікемічний індекс, од	Калорійність, ккал/г	Температура плавлення, °C	Одиниця 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
Тагатоza	58,0	3,0	1,5	134,0	0,92
Полі-декстроза	80,0	8,0	1,0	110,0	0,10

Враховуючи різні фізико-хімічні та технологічні властивості досліджуваних вуглеводів можна передбачити, що кожен цукор та його комбінації з іншим досліджуваним цукром або харчовим волокном буде потребувати проведення комплексу досліджень по встановленню раціональних режимів стадії помадоутворення з наступним виготовленням цукерок кристалічної структури.

Ми вважаємо, що використання досліджуваних цукрів: глюкози, фруктози, лактози, тагатоzi, наповнювача – полідекстрози в різних комбінаціях дозволить розширити асортимент помадних цукерок і надати їм певної функціональності.

На рис. 1.4.1 наведені основні шляхи розширення асортименту помадних цукерок за рахунок використання досліджуваних вуглеводів та їх комбінацій.



Рис. 1.4.1 – Використання комбінацій різних вуглеводів для розширення асортименту цукерок кристалічної структури

Використання глюкози на заміну цукру білого кристалічного забезпечить підвищення засвоюваності продукту, який можна буде рекомендувати до вживання дітям та людям із підвищеною фізичною активністю в якості швидкого джерела енергії. Використання лактози і тагатоzi в комбінації з гігроскопічною фруктозою забезпечить зниження показника глікемічності готового продукту за рахунок низького глікемічного індексу цукрів, що дозволить вживати дану продукцію людям хворим на цукровий діабет, а також всім споживачам, хто слідкує за своїм здоров'ям і розуміє важливість правильного і збалансованого харчування. Окрім зниження показника глікемічності застосування в технології цукерок цукру тагатоzi забезпечить зниження калорійності виробів та надасть пребіотичних властивостей продукту, за рахунок чого дані цукерки можна буде рекомендувати людям із надмірною вагою та тим, хто слідкує за калорійністю свого раціону. Подібного ефекту можна досягти шляхом застосування харчового волокна полідекстрози для часткової заміни сахарози, яка окрім позитивного фізіологічного ефекту має важливий технологічний ефект по затримці десорбційних процесів цукерках. Особливо це є актуальним в технології неглазурованих помадних цукерок.

Отже, використання різних цукрів в технології помадних цукерок дозволить значно розширити асортимент виробів, але в той же час потребуватиме розроблення відповідних технологічних режимів та прийомів для можливості виготовлення виробів на існуючому кондитерському обладнанні.

Розглядаючи можливість виготовлення помадних цукерок без використання цукру білого кристалічного, необхідно детально вивчити технологічні властивості інгредієнтів, що будуть використані як альтернативи традиційному цукру, для прогнозування їх впливу на кожну технологічну операцію виготовлення цукерок.

1.5 Характеристика основних рецептурних компонентів цукерок кристалічної структури

Вуглеводна складова є основою для отримання цукристих кондитерських виробів. Згідно із номенклатурою IUB IUPAC вуглеводи поділяються на прості і складні. Прості вуглеводи (моно- і дисахариди) формують групу вуглеводів, яка має назву цукри. Згідно з представленої номенклатури назва моно- та дисахаридів містить закінчення «-оза»: сахароза, глюкоза, фруктоза, тагатоza, лактоза, мальтоза, лактулоза, трегалоза. В свою чергу складні вуглеводи побудовані із монасахаридних залишків, сполучених між собою за допомогою глікозидних зв'язків [44,86].

Моно- та дисахариди використовуються при виробництві кондитерських виробів для створення їх відповідної структури, а також надання солодкого смаку, кольору та аромату, забезпечення стабільності виробів при зберіганні. За своїми функціональними, фізичними та хімічними характеристиками вони істотно відрізняються між собою, хоча за молекулярною структурою вони подібні [86]. Тому при розробці кондитерських виробів із змінним вуглеводним складом необхідно проаналізувати основні властивості використаних рецептурних інгредієнтів.

Сахароза

Цукор білий кристалічний (сахароза) – це сипкий сухий продукт, без грудочок, солодкого смаку, що складається з однорідних кристалів. Сахароза складається з двох моносахаридів, α -D-глюкози та β -D-фруктози, з'єднаних між собою

глікозидним зв'язком. Це зв'язок робить сахарозу невідновлюючим цукром, оскільки включає відновні групи кожного моносахариду. Тому мутаротація неможлива; таким чином, сахароза не може брати участь у реакціях потемніння, без попереднього її гідролізу (наприклад, при нагріванні або низькому рН) до глюкози та фруктози. Молекулярна маса сахарози становить 342,296; відносна густина кристалів 1,5879. Кристали сахарози мають багатогранну форму різних розмірів. Кристалічна структура цукру визначається розміром, формою і розподілом кристалів.

Сахароза добре розчинна у воді, з підвищенням температури її розчинність збільшується. В суміші із іншими цукрами і патокою розчинність сахарози зменшується, а сумарна кількість сухих речовин, розчинних у 100 частинах води, збільшується. Виключенням є декстрини, які, зменшуючи розчинність сахарози у воді, зменшують і загальну кількість сухих речовин у суміші. Хімічно чиста сахароза не гігроскопічна, вона починає поглинати вологу з повітря при відносній вологості повітря більше 90 %. Цей фактор відіграє велику роль у формуванні сорбційних властивостей помадних цукерок, виготовлених на сахарозі.

Сахароза є високоефективним джерелом енергії, однак, надлишкове її вживання провокує розвиток глікемії, посиленню викиду інсуліну в кров, виснаження інсулярного апарату, сприяє розвитку таких захворювань, як цукровий діабет та серцево-судинні хвороби, ожиріння. Тому на сьогодні ВООЗ поставило головне завдання перед харчовою індустрією - розроблення продуктів харчування із пониженим вмістом сахарози [44,86,150].

Глюкоза

Глюкоза (декстроза) є найпоширенішим моносахаридом у природі. Вона існує як у вигляді моносахариду, так і як структурний фрагмент різних ди- та полісахаридів: мальтози, лактози, полідекстрози, крохмалю, целюлози тощо [86].

Глюкоза може знаходитися в ангідридній ($C_6H_{12}O_6$) і гідратній ($C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$) формах. Питома вага ангідридної форми глюкози - $1,5384 \text{ г/см}^3$, молекулярна маса 180; температура плавлення $146 \text{ }^\circ\text{C}$. Питома вага гідратної форми - $1,5714 \text{ г/см}^3$; молекулярна маса 198; температура плавлення $146 \text{ }^\circ\text{C}$. З хімічної точки зору

фруктоза являється редукуючим цукром. Кристалізація глюкози із звичайних розчинів відбувається набагато повільніше, ніж сахарози. При температурі нижче 50° кристалізується гідратна форма, а при температурі вище 50° - тільки ангідридна форма глюкози. Температура кипіння розчинів глюкози зростає зі збільшенням відсотка глюкози в розчині. Глюкоза практично не гігроскопічна. Вона починає поглинати вологу при відносній вологості повітря понад 85 %. Гігроскопічність водного розчину глюкози вища, ніж її кристалічної форми. Це пов'язано з переходом глюкози з α -форми в β -форму під час розчинення [20,44]. Глюкоза в порівнянні з іншими цукрами є легкозасвоюваним вуглеводом, тому її рекомендують застосовувати в дитячому харчуванні та при виготовленні фармпрепаратів. Недоліком глюкози є її високий ГІ = 100 од., а тому кондитерські вироби з глюкозою не можна вживати хворим на цукровий діабет.

У кондитерському виробництві є досвід застосування глюкози при виробництві шоколаду, де нею повністю замінюють цукор білий, а також часткова заміна нею сахарози (до 10 %) при виробництві карамелі, деяких видів цукерок та борошняних кондитерських виробів.

Глюкоза отримала широке застосування в кондитерській галузі завдяки здатності надавати виробам приємний солодкуватий смак, пом'якшувати текстуру готових виробів. У поєднанні із цукрозамінниками з інтенсивним солодким смаком може виступати в ролі структуроутворюючого агенту для деяких груп кондитерських виробів, а також використовуватися для регулювання густини деяких кондитерських напівфабрикатів [86].

Фруктоза

Фруктоза (плодовий цукор) є одним із найбільш поширених видів натурального цукру. Вона відноситься до групи моносахаридів і є одним з найважливіших природних цукрів. Кристали фруктози представлені у вигляді голок, температура її плавлення 102-105° С. Молекурна маса 180,16; питома вага 1,60 г/см³; калорійність приблизно та ж, що і інших цукрів, 4 ккал на 1 г. З хімічної точки зору фруктоза являється редукуючим цукром. Функціональною властивістю, яка найбільше відрізняє фруктозу від інших поживних вуглеводів, є її висока ступінь

солодкості. Солодкість фруктози сприймається швидше, досягає піку гостріше та з більшою інтенсивністю ніж солодкість сахарози чи глюкози. Фруктоза проявляє синергію солодкості при використанні в поєднанні з іншими цукрами або високоінтенсивними підсолоджувачами. Відносна солодкість фруктози, в поєднанні з сахарозою, аспартамом, сахарином або сукралозою, вважається більшою, ніж солодкість, визначена для окремих компонентів суміші. Така синергія дає можливість отримувати готові продукти з більшою солодкістю або знижувати рівень цукрів, цукрозамінників, зберігаючи традиційний солодкий смак продукту [165].

Фруктоза легко розчиняється у воді і спирті. Вона розчиняється в воді краще, ніж глюкоза й сахароза. При 20° С насичений розчин фруктози має концентрацію в 78,9 %, насичений розчин сахарози – 67,1 %, а насичений розчин глюкози – тільки 47,2 %. З підвищенням температури розчинність фруктози значно підвищується. Гігроскопічність фруктози вище, ніж сахарози і глюкози. Фруктоза швидше поглинає вологу і повільніше виділяє її в навколишнє середовище, ніж сахароза, глюкоза або інші цукри. При відносній вологості приблизно 40...45 % фруктоза починає поглинати вологу з навколишнього середовища. Фруктоза має позитивний ефект підтримання достатньої вологості продукту при низькій відносній вологості повітря, уповільнення перекристалізації сахарози при її високому вмісті в продукті, затримки черствіння, покращення харчових якостей і подовження терміну зберігання виробу [112,165].

Суттєвою перевагою фруктози порівняно із сахарозою і глюкозою є її низький глікемічний індекс (ГІ), який дорівнює $ГІ = 20$ од. Фруктоза ефективно засвоюється організмом людини і може використовуватися діабетиками як добовий компонент харчування в межах 0,5 - 1,0 г на 1 кг маси тіла, за винятком рідкісних випадків спадкового відторгнення. На відміну від глюкози, фруктоза абсорбується з травного тракту людини тільки шляхом пасивної дифузії. Метаболізм фруктози відбувається швидко і протікає, в основному, в печінці, але можливий і у стінках кишківника, і в нирках. Після споживання фруктози не спостерігається швидкого підвищення і потім подальшого зниження рівня цукру в крові, що властиве глюкозі і сахарозі. В

стані енергетичного виснаження організму, джерелом енергії для нього слугує глікоген, що утворився з фруктози, і який забезпечує організм енергією більш рівномірно, в міру необхідності, не викликаючи інтенсивного стрибка глюкози в крові людини. З цієї причини, останнім часом фруктозу почали додавати в препарати, призначені спортсменам для компенсації втрат рідини і солі в стані граничного навантаження організму [86,165].

Лактоза

Лактоза (молочний цукор) – біла кристалічна речовина, солодка на смак. Її солодкість складає - 25- 35 % солодкості сахарози, глікемічний індекс становить 45 % порівняно із глікемічним індексом глюкози. Лактоза відноситься до тих дисахаридів, які, відіграючи важливу біологічну роль в організмі людини, не використовуються в якості солодкого агенту. Температура плавлення лактози становить 223 °С; розчинність при 0 °С - 11,9 %, при 20 °С – 16%, а при 50 °С – 30,3%.; густина – 1,54 г/см³ [86]. Залежно від просторового розташування розрізняють α - і β -форми лактози. Ізомерні форми лактози розрізняються деякими фізичними властивостями. Серед різних фізичних властивостей ізомерів лактози практичний інтерес представляють перш за все розчинність, питома обертання площини поляризації світла і здатність до кристалізації. Лактоза має низьку розчинність у воді, при чому ізомерні форми лактози мають різну розчинність. Розчинність β -лактози в воді вища, ніж α -лактози. При розчиненні α -гідратної форми лактози (кристалічна лактоза) спочатку утворюється її насичений розчин, а потім частина розчиненої α -лактози переходить в β -форму. Перехід однієї ізомерної форми в іншу здійснюється через альдегідну форму лактози. Між α - і β -формами лактози в розчині встановлюється динамічна рівновага, залежне від температури. При 20°С в умовах динамічної рівноваги розчин лактози містить 37,75 % α -лактози і 62,25 % β -лактози. При розчиненні β -лактози (викристалізованої при певних умовах) частина її переходить в α -форму до встановлення рівноваги. Таким чином, чистих водних розчинів α - або β -форм лактози не існує [93,185].

З пересичених розчинів лактоза кристалізується, причому в залежності від умов кристалізації викристалізовується або α -гідратна форма лактози, або - β -форма.

Однак процес кристалізації лактози відбувається досить повільно і якщо не використовувати затравку у разі тривалого процесу кристалізації утворюються великі піщані кристали. Цей факт може позначитися на складнощах отримання дрібнокристалічної помадної маси на основі лактози [44,86].

Сьогодні найбільшого поширення набуло застосування лактози для виготовлення дитячого харчування і різних заміників молока. В кондитерському виробництві застосовують лактозу для поліпшення властивостей і смаку кондитерських виробів. Зазвичай її додають в продукти разом з традиційним цукром, причому оптимальне їх співвідношення становить 1:1. Крім того, вона здатна підсилювати природний аромат, тому її використовують для виробництва різних смакових і ароматичних добавок.

З точки зору фізіології, лактоза є необхідним компонентом для синтезу різних речовин, які надають в'язкість слині. Також вона підсилює процес накопичення вітаміну С і вітамінів групи В. Потрапляючи в кишківник, лактоза сприяє всмоктуванню і максимально повному засвоєнню кальцію та фосфору. Основна ж властивість лактози полягає в тому, що цей вуглевод є субстратом для розмноження і розвитку лактобацил і біфідобактерій, які складають основу нормальної мікрофлори кишківника. Крім того, лактоза робить позитивний вплив на процеси розвитку центральної нервової системи у дітей. У дорослих вона є потужним стимулятором нервової системи. Також лактоза є хорошим профілактичним засобом, який попереджає розвиток серцево-судинних захворювань [86,184]. Однак на сьогодні до лактози ставляться з певною пересторогою, так як є частина споживачів у яких виражена непереносимість молочного цукру (гіполактазія), що характеризується вродженою або набутою нездатністю синтезувати фермент тонкого кишечника - лактази, який розщеплює дисахарид лактозу до глюкози та галактози. Найменше цією непереносимістю страждають європейці (до 10 %), а найбільше – населення азійських країн [24]. Ми вважаємо, що лактоза є досить перспективним цукром для розробки цукерок кристалічної структури на заміну традиційній сахарозі, але про наявність цього компоненту у складі виробів потрібно

інформувати потенційних споживачів, застосовуючи відповідні прийоми при нанесенні інформації на етикетку продукції.

Тагатоza

Тагатоza - це моносахарид, що відноситься до кетогексоз. Вона має унікальне поєднання важливих технологічних характеристик і властивостей покращувати здоров'я людини, що робить її дуже перспективним інгредієнтом при виробництві функціональних харчових продуктів. Тагатоza має низьку калорійність (лише 1,5 ккал/г), дуже низький показник глікемічності (3,0 од.) та володіє пребіотичними властивостями [86].

Товарна тагатоza реалізується у вигляді білого кристалічного порошку, схожого на сахарозу. Солодкість її становить 92 од., розчинність при 20 °C становить 58 %. Даний цукор є мало гігроскопічним, поглинання вологи починається при відносній вологості повітря вище 85 %. Тагатоza в розчині буде демонструвати меншу в'язкість, ніж розчини сахарози при однаковій концентрації та температурі [169].

Тагатоza метаболізується лише частково в тонкому кишківнику, тільки близько 20 % від загальної кількості спожитої тагатоzi всмоктується, а решта поводить себе як розчинна клітковина, що сприяє зростанню лактобактерій та молочнокислих бактерій мікробіому організму людини, здійснюючи пребіотичний ефект [112].

Даний цукор виступає структуроутворювачем при виробництві різноманітних функціональних харчових продуктів. Через здатність до швидкої кристалізації і не високу гігроскопічність тагатоzu використовують для виготовлення шоколадної глазури без цукру [108]. Також вона знайшла застосування при виробництві м'яких жувальних цукерок, таких як ірис, нуга [162]. Як правило, її використовують в суміші із іншими цукрозамінниками, які, як і тагатоza, виконують роль структуроутворювачів. Найкращі результати по її застосуванню при виробництві кондитерських виробів отримані при використанні сумішей тагатоzi з фруктоолігосахаридами, ізомальтом та полідекстрозою [108,162].

Полідекстроza

Полідекстроza (E 1200) – харчова добавка, що відноситься до харчових волокон і завдяки високому ступеню розгалуженості її молекули виконує велику

кількість технологічних задач (наповнювач, стабілізатор, загущувач, вологоутримуючий агент).

За хімічною структурою 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 полідекстрози, що в свою чергу обумовлює більшість її унікальних властивостей – як технологічних так і фізіологічних. Полідекстрозу отримують термічною полімеризацією глюкози з використанням сорбіту (10 %) і органічної кислоти, такої як лимонна кислота (1 %), в якості каталізатора [118].

Полідекстроза має вищу розчинність у воді, ніж більшість вуглеводів і поліолів, що дозволяє отримувати розчини з концентрацією більше ніж 80 % при температурі 25°C. Ця властивість впливає на органолептичні показники та текстуру продукту з полідекстроною.

Визначальною властивістю, яка надає полідекстрозі перевагу у створенні низькокалорійних продуктів є її низька калорійність, яка становить лише 1 ккал/г, що складає 25 % калорійності сахарози та 11% калорійності жирів. Низька калорійність є результатом її поганої засвоюваності в тонкому кишківнику та неповного розщеплення в товстому кишківнику. Ця властивість привела до визнання полідекстрози як харчового волокна у багатьох країнах світу. Полідекстроза, подібно до інших олігосахаридів, при споживанні не викликає карієсу, практично не призводить до збільшення рівня глюкози в крові, її глікемічний індекс становить лише 8 од., також вона має пребіотичний ефект [197].

Полідекстрозу можна використовувати в якості харчового наповнювача. Вона здатна зберігати текстуру та органолептичні показники виробу, які часто погіршуються в процесі зменшення кількості цукру і жиру в рецептурі з метою зниження загальної калорійності продукту [197].

Незважаючи на те, що технологічні властивості полідекстрози дуже близькі до сахарози, вона має нейтральний смак. При створенні низькокалорійних продуктів за рахунок заміни цукру або жиру солодкість використовуваного наповнювача є одним з основних параметрів, що визначають обґрунтованість його застосування. Через

відсутність солодкого смаку полідекстроза може замінити висококалорійні інгредієнти в усіх продуктах, а якщо потрібно компенсувати солодкість, її можна вдало поєднувати з поліолами і фруктозою, а також з інтенсивними підсолоджувачами [153].

Полідекстроза є аморфною і не кристалізується при низьких температурах та високих концентраціях, тому її можна використовувати для контролю кристалізації поліолів і цукрів, а, отже, для регулювання структури та текстури кінцевого продукту [162].

Полідекстроза є досить гігроскопічним полісахаридом, оскільки починає сорбувати вологу при відносній вологості повітря вище 60 %. У харчових продуктах полідекстроза функціонує як зволожувач і може відігравати важливу роль у формуванні та збереженні якості продукту, контролюючи швидкість поглинання або втрати вологи. За рахунок високої гігроскопічності полідекстроза здатна сповільнювати процес черствіння харчових продуктів, що сприятиме подовженню терміну їх зберігання. Ця властивість полідекстрази є досить перспективною щодо її застосування саме для групи помадних цукерок, домінуючим фактором при зберіганні яких є десорбційні процеси.

Полідекстроза має високу переносимість, саме тому ЖЕЦФА і Європейський науковий комітет Комісії з питань харчування (EC/SCF) встановили середній поріг споживання цієї харчової добавки 90 г/добу (1,3 г / кг ваги) або 50 г як разова доза [108].

За рахунок того, що полідекстроза має такі технологічні та функціональні властивості, на сьогодні вона успішно включається в широкий спектр продуктів, серед яких хлібобулочні вироби, напої, кондитерські вироби (шоколад, мармелад, карамель) та заморожені десерти. Використовуючи полідекстрозу можна розробляти харчові продукти найрізноманітнішої функціональної спрямованості: збагачення продукції харчовими волокнами, розробка виробів зниженої калорійності та зі зниженим показником глікемічності, за рахунок заміни частини цукру та жиру в рецептурах виробів полідекстрозою [71,108].

З літературних джерел відомо, що помадні цукерки при зберіганні здатні до інтенсивної втрати вологи, що спричиняє погіршення якості готової продукції при зберіганні [149]. З метою гальмування процесу черствіння помадних цукерок

доцільно використовувати в рецептурі виробів вологоутримуючі інгредієнти. На сьогодні ринок сировинних інгредієнтів представлений різноманітними гідроколоїдами різного походження, які мають різну водопоглинаючу та вологоутримуючу здатність [15,163].

Желатин

Желатин — це білковий продукт, являє собою суміш поліпептидів (з молекулярною масою 50 000—70 000), а також їх агрегатів. Він не має ні смаку, ні запаху. Отримують желатин із хрящів і кісток сільськогосподарських тварин. Желатин добре розчиняється в гарячій воді, а під час охолодження його водні розчини утворюють драгли. Желатин — природний компонент харчових продуктів і не має обмежень щодо застосування [92].

Механізм утворення желатинових гелів пов'язаний з формуванням трьохмірної сітчастої структури. При температурі вище 40°C молекули желатину в розчині мають конфігурацію окремих спіралей. Під час охолодження сегменти, що мають амінокислоти різних поліпептидних ланцюгів, приймають спіральну конфігурацію. Водневі зв'язки за участі і без участі води стабілізують утворювану структуру. Ці зв'язки розподілені по всій довжині ланцюга, що обумовлює желуючі властивості желатинових гелів. Найбільш цінна властивість желатину — це утворення термічнозворотних гелів. На відміну від полісахаридів гелеутворення желатину не залежить від рН і не потребує наявності інших реагентів [45].

Гідроколоїдна природа желатину, високий вміст білка та амінокислот дозволяє широко використовувати його як добавку в харчовій індустрії. Їх можна розділити на чотири основні групи: кондитерські вироби (в основному для забезпечення жувальної консистенції та стабілізації піни) та желейні десерти (для забезпечення кремоподібності, знежирення), молочні продукти (для забезпечення стабілізації та текстурування), м'ясні продукти (для забезпечення зв'язування води [101].

У деяких випадках використовують желатин щоб забезпечити специфічні текстурні ефекти кондитерських виробів. Так, при виробництві карамелі цей компонент додають, щоб забезпечити жувальну текстуру виробу [6,37,150].

Використання желатину у технології помадних цукерок було запропоновано науковцями НУХТ для розроблення помадних цукерок із жувальним ефектом. Було встановлено, що раціональним дозуванням желатину до рецептурної маси цукру при виробництві помадних цукерок з жувальним ефектом є 7,5 %, а оптимальний гідромодуль желатинової маси становить 1,5. При таких значеннях досягається найкращий жувальний ефект цукерок на основі цукрової помади [17].

Карбоксиметилцелюлоза

Карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) — водорозчинна похідна целюлози, лінійний полісахарид ангідроглюкози. На молекулярному рівні основна відмінність між КМЦ і целюлозою є лише деякими аніонними карбоксиметильними групами (тобто – CH_2COOH) у структурі КМЦ, які замінюють атоми водню з деяких гідроксильних груп, присутніх у початковій структурі целюлози. КМЦ є лінійним, водорозчинним полімером. В залежності від чистоти та ступеню полімеризації КМЦ можна поділити на три сорти: харчова, фармацевтична та промислова. Ступінь очищення харчової КМЦ становить не нижче 99,5 % [122,179].

Оскільки КМЦ та інші прості ефіри целюлози отримуються за допомогою реакцій, якими можна керувати, це дозволяє отримувати полімер з заданими властивостями. Такими характеристиками, як в'язкість розчину, тиксотропією та псевдопластичністю, можна керувати, змінюючи ступінь окислення ланцюга (контроль молекулярної маси), ступінь полімеризації та однорідність хімічного заміщення.

Під час синтезу КМЦ з целюлози значення ступеню полімеризації визначається кількістю груп-замісників (карбоксиметил), приєднаних до кожної одиниці ангідроглюкози.

Ступінь полімеризації (СП) відіграє важливу роль у формуванні властивостей КМЦ, оскільки розчинність, емульгування, властивість загущення, кислотостійкість, в'язкість, стабільність та стійкість КМЦ значно залежать від значення [123]. Наприклад, КМЦ повністю нерозчинна, але набухає при значенні СП 0,4. На відміну від цього, КМЦ повністю розчиняється, якщо її СП понад 0,4. Зменшення розміру частинок і збільшення значення СП КМЦ впливають на збільшення в'язкості її

розчинів [204], толерантність до солі або спиртів та підвищення гігроскопічності [115]. У 2011 році Спільний комітет експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок запропонував використання КМЦ для харчових продуктів з інтервалом СП 0,2–1,5.

Залежно від в'язкості, КМЦ використовується в харчовій промисловості з різною метою, так КМЦ низької в'язкості діє як вологоутримуюча речовина, а КМЦ високої в'язкості діє як гелеутворювач [140,196].

На в'язкість розчину КМЦ здійснює вплив температура та рН середовища. В межах значень рН 5,0-9,0 практично не спостерігається зміни в'язкості, а вище рН 10,0 в'язкість суттєво знижується, через руйнування полімеру. В розчинах з рН нижче 4,0 утворюється вільна кислота, що може викликати осадження полімеру [192].

Завдяки своїм реологічним властивостям і відсутності токсичності та засвоюваності людиною КМЦ знаходить широке застосування як загусник при виробництві десертів, молочних продуктів [140]. Здатність утримувати вологу робить її перспективною добавкою при виробництві хлібобулочних виробів; при виробництві морозива та заморожених десертів застосування КМЦ інгібує ріст великих кристалів льоду. Вона сприяє стабілізації емульсій при виробництві соусів, салатних приправ. КМЦ широко використовується як наповнювач низькокалорійних продуктів [140]. Існують відомості [176], що КМЦ також сповільнює ріст кристалів цукру в кондитерських виробках, глазурі та сиропях. В той же час, нами не було знайдено інформації щодо досвіду застосування цієї харчової добавки при виготовленні помадних цукерок, хоча це може бути досить перспективним напрямом для регулювання процесу кристалізації цукру на етапі помадоутворення та зберігання готових виробів.

Окрім застосування гідроколоїдів для регулювання в'язкості помадного сиропу, рідкої фази помади та уповільнення десорбційних процесів під зберігання неглазурованих помадних цукерок досить перспективним напрямом є застосування фруктово-ягідної та овочевої сировини різного походження, що сприяє вирішенню декількох завдань одночасно :

- Розширення асортименту помадних цукерок;
- Покращення органолептичних показників виробів без застосування синтетичних барвників та ароматизаторів, зменшення або повна відсутність необхідності внесення кислоти в рецептуру цукерок;
- Покращення харчової цінності виробів з використанням різних видів фруктово-ягідної чи овочевої сировини;
- Уповільнення процесу черствіння помадних цукерок на етапі зберігання, за рахунок наявності різних груп гідрофільних речовин у складі фруктово-ягідної та овочевої сировини.

На сьогоднішній день залишається актуальним питанням удосконалення і покращення рецептурного складу помадних цукерок. Існує вже багато напрацювань в цьому напрямку, існує позитивний досвід застосування ягідних пюре: пюре журавлини [73], чорноплідної горобини [94], аронії [95,171], шовковиці [2], жимолості [67]; продуктів переробки різних видів плодів [106], а також овочевої сировини [8].

В роботі [98] був продемонстрований вплив овочевих порошоків, на покращення якості помадних цукерок. Було встановлено, що порошки з моркви та шпинату холодного розпилювального сушіння в дозуванні 10 % та 15 % відповідно до маси рецептурної композиції дозволяють отримати помадну масу з привабливими органолептичними властивостями і фізико-хімічними показниками якості при зниженому цукровмісті і підвищеній харчовій цінності.

Вважаємо цей напрям доволі перспективним і затребуваний, в першу чергу, споживачами, тому в своїх дослідженнях теж плануємо застосовувати продукти переробки ягід при розробці рецептурних композицій цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів.

1.6 Досвід застосування різних вуглеводів в якості замінників цукру білого в технології цукерок кристалічної структури

Згідно ДСТУ 4135-2021 «Цукерки. Загальні технічні умови» помадні цукерки виготовляються на основі цукеркової помадної маси, помадно-кремової чи помадної

маси на основі цукрової пудри (отримання помади «холодним способом») [100]. У зв'язку з тим, що основним компонентом цих цукеркових мас є сахароза, яка нині сприймається споживачами суто як джерело «пустих» калорій, все більше зростає зацікавленість до кондитерських виробів, що відносяться до категорій «light» або «sugar free». Високий вміст цукру, особливо в кондитерських виробках, призвів до пошуку його більш здорових альтернатив. Вони можуть мати меншу калорійність та глікемічний індекс, однак, погано імітують технологічні властивості сахарози [108], що ускладнює їх застосування, особливо в контексті виробництва кондитерських виробів цукристої групи, де сахароза виступає як основний структуроутворювач. Ця обставина є рушійною силою для розробки та дослідження нових та вже існуючих інгредієнтів, що можна застосувати для заміни традиційного цукру при виробництві кондитерських виробів.

Одним із популярних рішень при виробництві цукерок кристалічної структури із категорії «без цукру» є заміна цукру білого кристалічного на цукрозамінники, що відносяться до класу поліолів. Деякі із цукрозамінників мають меншу в порівнянні з сахарозою енергетичну цінність та володіють нижчим глікемічним індексом [39]. Наприклад, ксилітол, що зазнав широкого застосування при розробці харчових продуктів для споживачів, хворих на цукровий діабет. Серед асортименту діабетичних кондитерських виробів із зміненим вуглеводним складом можна виділити глазуровані помадно-полуничні цукерки, які мають корпус із помадної маси на основі ксилітолу з додаванням полуничного пюре [92]. Науковцями із США було запропоновано виробництво цукрової помадки для декорування категорії «sugar free», яка виготовлялася при повній заміні сахарози на поліоли: ізомальтитол, мальтитол та ксилітом [173]. Згідно даного патенту можна приготувати цукрову помадку, яка володіє солодкістю, стабільністю та зручністю використання, як традиційна помадка на основі сахарози, але без негативних ефектів цукру, таких як висока калорійність і каріогенність.

У роботі [109] було висвітлено питання отримання цукерок кристалічної структури на основі поліолів ксилітолу та сорбітолу, що використовувалися у співвідношенні 3,33:1 відповідно. Було відмічено, що процес кристалізації маси

відбувався досить повільно, тому було проведено серію досліджень направлених на пришвидшення утворення кристалічної структури. Питання було вирішене шляхом підбору оптимального дозування ксилітолу, що вносився в якості «затравки».

На кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ було проведено роботу по розробленню цукерок кристалічної структури на основі поліолів еритритолу та мальтитолу з додатковим внесенням моноцукру фруктози [54]. Для отримання якісного продукту було запропоноване співвідношення обох поліолів та моноцукру як 6:6:1 відповідно. Використання поліолів та моносахаридів з низьким глікемічним індексом при виробництві цукерок кристалічної структури дало змогу отримати цукерки з хорошими органолептичними показниками, з низькою калорійністю та низьким показником глікемічності, що дозволяє рекомендувати такі вироби хворим на цукровий діабет, та людям які стежать за вагою свою тіла.

Однак разом з позитивними факторами практичного використання поліолів в якості цукрозамінників основним недоліком є те, що поліоли відносяться Комісією Кодекс Аліментаріус до підсолоджувачів, норма споживання яких є регламентованою [62,129]. Більшість поліолів неповністю перетравлюються і погано всмоктуються. Це основна причина, чому їх калорійність нижча, ніж у цукру. Крім того Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів США (USFDA) регламентує зазначати на етикетці виробів, що містять поліоли наступне - «надмірне споживання може мати послаблюючий ефект». Гранична допустима межа споживання сорбітолу, наприклад, становить 50 г за добу, для манітолу -це лише 20 г. Діти через їх невелику вагу можуть бути особливо чутливими до шлунково-кишкових ефектів внаслідок споживання відносно невеликих кількостей поліолів, відповідно, і вживання виробів на їх основі мають бути в допустимих межах [108]. Разом з тим, використання дороговартісних поліолів спричинятиме зростання вартості готової продукції на їх основі. Тому другим напрямом по розробці кондитерських виробів зі зменшеною кількістю цукру білого кристалічного стало застосування для часткової його заміни більш доступних цукрів, таких як глюкоза, фруктоза, лактоза, лактулоза.

Під керівництвом проф. Дорохович А.М було розроблено спосіб виробництва помадних цукерок зі збільшеним вмістом редуруючих речовин [15]. Зміна вуглеводного складу помадних цукерок досягалася за рахунок застосування інвертного сиропу, глюкозно-фруктозного сиропу чи цукрового сиропу із плазованими х/п дріжджами, які містять фермент інвертазу. Така зміна рецептурних композицій помадних цукерок призводила до збереження якісних показників готових виробів при подовженому терміні їх зберігання. Подібні дослідження були проведені вченими [172], які пропонували внесення в рецептуру помадних цукерок ферменту інвертази, що провокувала накопичення в помадній масі моноцукрів глюкози та фруктози. Покращення структури помадних цукерок спостерігалось навіть при низьких концентраціях інвертази (близько 0,1 % до загальної маси помади).

Вченими ОНАХТ була розроблена композиція помадних цукерок, де функціональним інгредієнтом виступає дисахарид лактулоза [63]. Згідно проведених досліджень було рекомендовано вносити лактулозу в кількості 8,57 – 12,9 % до загальної маси. Використання представленої композиції забезпечує зниження енергетичної цінності готового продукту, що зробить його придатним для дієтичного харчування, а також покращення фізіологічних властивостей виробу.

Німецькими вченими було розроблено помадні цукерки із заміною 20 % сахарози на лактозу, за рахунок чого вироби набували більш ніжної консистенції та отримували низку корисних властивостей [174]. Однак наведені дослідження передбачають лише часткову заміну цукру в рецептурах помадних цукерок для досягнення певних цілей, тому залишається актуальним завданням дослідження можливості розробки цукерок кристалічної структури при повній заміні традиційного цукру на інші види цукрів та їх комбінації. Певні спроби в цьому напрямі вже були зроблені.

Так, у роботі [18] запропоновано виробництво глюкозної помадки без використання сахарози. Помадку отримували шляхом уварювання глюкозного сиропу з наступним проведенням кристалізації у присутності кристалічної глюкози в якості «затравки». В якості антикристалізатора було запропоновано

використовувати пектиновий концентрат. Представлений виріб має підвищену поживну цінність та регульований ступінь солодкості. Глюкозна помадка знайшла своє місце серед продуктів спортивного, дитячого дієтичного та профілактичного харчування. Однак процес отримання помадної маси на основі глюкози здійснювався в спеціальному обладнанні для цукрового виробництва - кристалізаторах, а значна тривалість процесу (до 3,5-4,0 год) не дозволяла забезпечити потоковість виробництва таких цукерок на існуючих механізованих лініях.

Серед цукрів, які представлені нині на світовому сировинному ринку, особливу увагу розробників привертає цукор тагатоza. Відомо, що вона має подібні технологічні та органолептичні характеристики з цукром білим кристалічним, тому вважається, що тагатоza є перспективним цукрозамінником при розробці багатьох харчових продуктів [162]. Висока солодкість і низька калорійність тагатоzi роблять її чудовою альтернативою не лише сахарозі, а й поліолам, які використовуються в харчовій промисловості як низькокалорійні цукрозамінники [198].

Промислове виробництво тагатоzi розпочала компанія Biopherics Inc (США), яка у 1988 році запатентувала спосіб виробництва цього цукру. На сьогодні, найбільшим виробником тагатоzi є компанія Spherix Inc (США), яка виробляє тагатоzu під торгівельною назвою Naturlose. З недавнього часу виробництвом та реалізацією тагатоzi у промислових масштабах почала займатися китайська компанія Anhui Elite Industrial Co. [165].

Для вітчизняного ринку даний цукор є маловідомим, однак нашими науковцями вже проведено низку досліджень з можливості використання тагатоzi при виробництві кондитерських виробів. Так, науковцями НУХТ під керівництвом проф. Дорохович А.М. було розроблено жувальну карамель із використанням тагатоzi в комбінації з мальтитолом [40]. Професором Камбуловою Ю.В. була проведена робота з використання тагатоzi при виробництві мармеладу з метою зниження калорійності і глікемічності кондитерських виробів драгледоподібної структури [68].

У світовій практиці також розглядалося питання виготовлення низькокалорійних та низькоглікемічних, з пребіотичним ефектом кондитерських виробів з використанням тагатози. Провівши літературний пошук, нами було встановлено, що досвід використання тагатози в технологіях кондитерських виробів переважно зосереджений в технологіях різних БКВ, шоколаду, виробів аморфної чи драгледоподібної, пінодрагледоподібної структури. Так у роботі [188] було описано відмінні результати в отриманні шоколаду виготовленого із 100%-ю заміною сахарози на тагатозу. Тагатозу пропонували використовувати для часткової і повної заміни сахарози в рецептурі печива [194]. Згідно проведених експериментів було зафіксовано, що найкращу якість мали вироби із комбінацією цукрів – 50% сахарози і 50% тагатози. У роботі [182] представлено удосконалення рецептури печива шляхом повної заміни сахарози тагатозою. У роботі [183] пропонували можливість виготовлення апельсинового мармеладу із повною заміною сахарози на комбінацію тагатози із олігофруктозою, що забезпечувало збереження якісних характеристик виробу протягом всього терміну зберігання. Науковці [162] розглянули перспективність використання тагатози при виробництві помадної маси, обґрунтовуючи це здатністю тагатози до кристалізації. Однак, провівши ретельний пошук джерел інформації нами не було знайдено результатів по практичному застосуванню цього цукру саме при виробництві цукерок кристалічної структури. Саме тому в наших експериментальних дослідженнях тагатоза була використана на заміну цукру білому кристалічному в рецептурах помадних цукерок.

При виробництві цукристих кондитерських виробів зі зниженим цукровмістом та вмістом жиру гарні результати демонструє харчове волокно полідекстроза. При виробництві шоколаду було запропоновано використовувати для заміни сахарози комбінацію полідекстрози із інтенсивними підсолоджувачами. Найкращі результати демонстрував зразок на основі полідекстрози та мальтитулу із застосуванням в якості цукрозамінника [197]. Зниження цукровмісту за рахунок використання даного харчового волокна досягалось і в технології желейного мармеладу [62]. В роботі була проведена оптимізація рецептурного складу мармеладу з пониженим вмістом сахарози (на 30,0 %), глюкози (на 30,5 %) і фруктози (на 32,0 %) за рахунок

введення рівноцінної кількості полідекстрази. Літературних даних по можливості використання полідекстрази у технології помадних цукерок знайдено не було, що стало передумовою проведення нами таких досліджень.

Відповідно до мети нашої роботи, актуальними будуть дослідження по впливу цукрів глюкози, лактози, фруктози та тагатози на процес отримання дрібнокристалічної структури та якість цукерок при повній заміні традиційного цукру в їх рецептурі досліджуваними цукрами. Також доцільно буде дослідити можливість зниження рецептурної кількості цукру при виробництві помадних цукерок за рахунок використання харчового волокна полідекстрази. Виходячи з цього виникає необхідність в поглибленні низки досліджень щодо впливу сахарози, глюкози, фруктози, тагатози та полідекстрази на технологічні процеси виготовлення виробів та зміни якості розроблених разків цукерок кристалічної структури при зберіганні.

Висновки до розділу 1

1. Огляд джерел інформації показав, що рецептурний склад помадних цукерок вимагає коригування з урахуванням рекомендацій ФАО/ВООЗ щодо зменшення калорійності та цукровмісту продуктів харчування, а це є запорукою розширення їх асортименту.

2. Аналіз сучасного вітчизняного ринку кондитерських виробів продемонстрував недостатні об'єми виробництва солодоців зі зниженим вмістом цукру або взагалі без нього. На сьогоднішній день виробництво помадних цукерок без використання в рецептурі цукру білого кристалічного в Україні не налагоджено. Тому, удосконалення технології цукерок кристалічної структури, які можна виготовляти на існуючому технологічному обладнанні є актуальним завданням і потребує подальшого вивчення.

3. Проаналізовано технологію виробництва помадних цукерок та основні фактори, що впливатимуть на отримання помадних цукерок високої якості.

4. У літературному огляді наведений досвід застосування різних цукрозаамінників та структуроутворювачів при виробництві цукристих

кондитерських виробів без цукру чи зі зменшенням його кількості в рецептурі виробів. На підставі цього визначені перспективні альтернативи традиційному цукру білому кристалічному.

5. Літературний огляд показав перспективність застосування цукрів, що традиційно застосовуються при виробництві кондитерських виробів: глюкози, фруктози, лактози, а також низькокалорійного цукру тагатози.

6. Визначено передумови застосування різних цукрів та їх комбінацій для розробки цукерок кристалічної структури, що мають відповідну функціональну направленість.

7. Для прогнозування поведінки цукрів при застосуванні у виробництві цукерок кристалічної структури наведена характеристика кожного з них, а також їх досвід застосування при виготовленні кондитерських виробів.

8. Встановлено перспективність застосування наповнювача полідекстрази для зменшення кількості цукру в рецептурах цукристих кондитерських виробів. Однак досвіду застосування цього харчового волокна при виробництві цукерок кристалічної структури не було знайдено, що робить актуальним проведення досліджень в цьому напрямку.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ, ПРЕДМЕТІВ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відповідно до мети та завдань дослідження розроблено план аналітично-експериментальної роботи, спрямованої на розробку та наукове обґрунтування удосконалення технології виготовлення неглазурованих цукерок кристалічної структури на основі комбінації цукрів сахарози, глюкози, фруктози, лактози, з використанням харчового волокна полідекстрози, гідроколоїдів різного походження та ягідної сировини. Представлено опис методик дослідження показників якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції, визначено об'єкт та предмети досліджень, а також наведено план експерименту та математичної обробки експериментальних даних.

2.1 Характеристика об'єктів та предметів дослідження

Об'єктом дослідження є технологія неглазурованих помадних цукерок.

Предметами досліджень були цукри: сахароза, глюкоза, фруктоза, лактоза, тагатоza, харчове волокно полідекстроza; гідроколоїди різного походження: желатин та КМЦ, цукрові та помадні сиропи, помадні маси з різним вуглеводним складом та цукерки кристалічної структури на основі досліджуваних цукрів.

Під час проведення лабораторних досліджень і виробничих випробувань використовували наступну сировину та харчові добавки:

- цукор білий кристалічний за ДСТУ 4623:2006;
- патоку крохмальну за ДСТУ 4498:2005;
- глюкозу кристалічну гідратну за ДСТУ 4464:2005;
- фруктозу за ТУ 9111-196-79036538-2011;
- лактозу, що має сертифікат відповідності згідно чинного законодавства України;
- тагатозу ТМ «Sweet Health Tagatose» виробника «NuNaturals» (США), що має сертифікат відповідності згідно чинного законодавства України;

- полідекстрозу (E 1200), що має сертифікат відповідності згідно чинного законодавства України і заключення державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-03/36783;
- воду питну згідно Гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10);
- масло вершкове за ДСТУ 4445:2005;
- підвар чорносмородиновий ДСТУ 3984-2000;
- пюре з чорної смородини, яке готували шляхом здрібнення ягід і протиранням отриманої маси через сито з діаметром вічок 1-1,5мм;
- какао-порошок за ДСТУ 4391:2005;
- карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) (E 466), що має сертифікат відповідності згідно чинного законодавства України;
- желатин харчовий швидкорозчинний (П-11) за ГОСТ 11293-89;
- кислоту лимону за ДСТУ ГОСТ 908-2006;

Виготовлення зразків цукерок здійснювалося шляхом приготування помадного сиропу, його охолодження з одночасним інтенсивним перемішуванням, темперування цукеркової помадної маси та формування виробів відливанням в силіконові форми.

Блок-схему проведення досліджень щодо удосконалення технології неглазурованих помадних цукерок із використанням різних цукрів наведено на рис. 2.1.

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних умовах кафедр технології хлібопекарських і кондитерських виробів, готельно-ресторанної справи, машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв Національного університету харчових технологій; у відділі синтезу дослідження сорбентів Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України; лабораторії Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського Національної академії наук України.

Удосконалені технології цукерок на основі різних цукрів пройшли виробничі випробування в умовах цукеркового цеху ЗАТ «Житомирські Ласощі», кондитерського цеху «Cake Productoin» ФОП «Лазарева І.С.», ТОВ «Арсенал-ПАК», СОК «Чиста Флора».

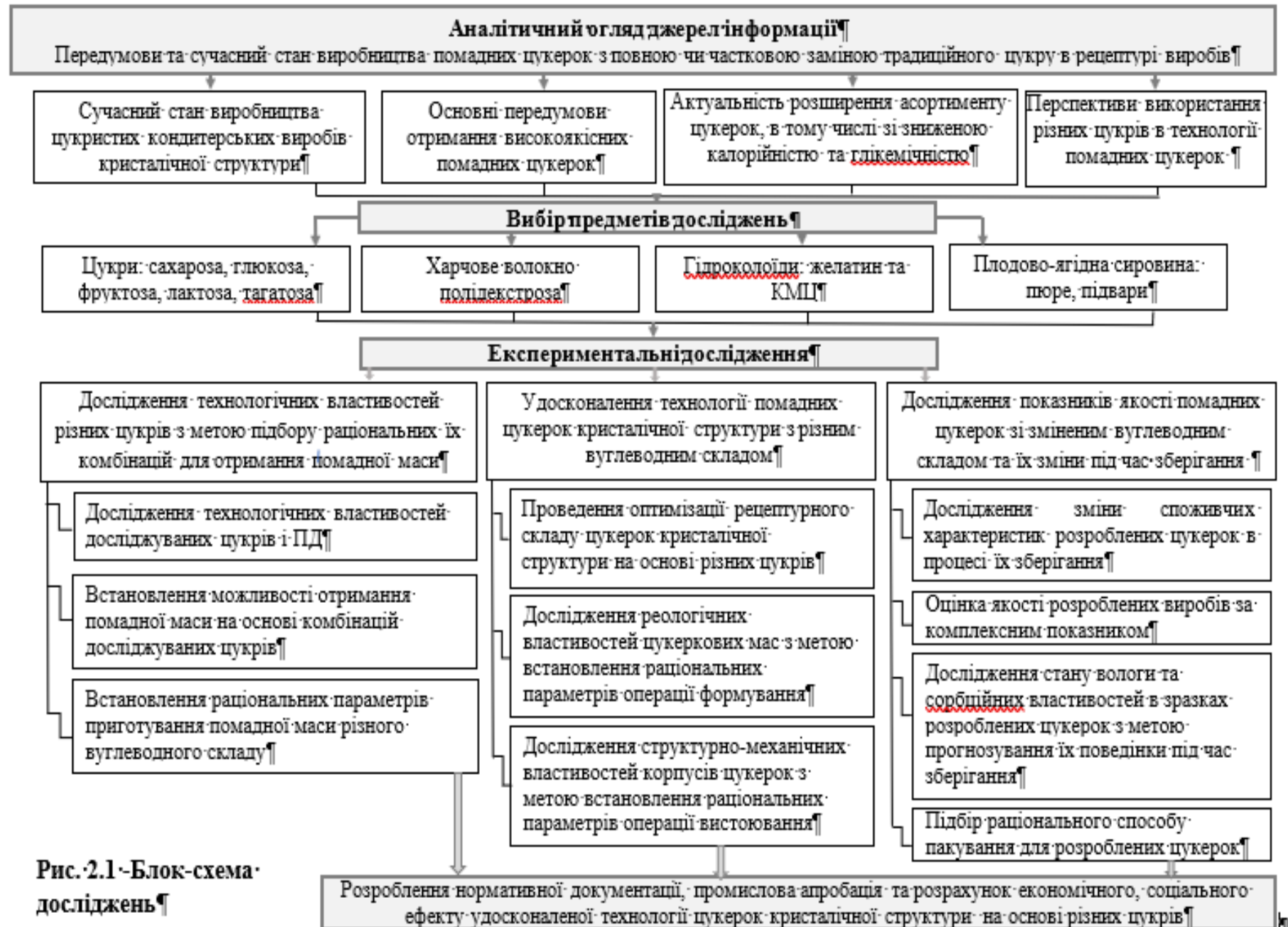


Рис. 2.1 - Блок-схема досліджень

2.2 Методи досліджень

2.2.1 Методи визначення якості сировини та напівфабрикатів

Відбір проб для фізико-хімічних досліджень експериментальних зразків проводили згідно ДСТУ 4619:2006 [10]. Сировину, напівфабрикати і готову продукцію досліджували органолептично за ДСТУ 4683:2006 [11], масову частку вологи у сировині та напівфабрикатах визначали прискореним методом за допомогою сушильної шафи СЕШ-1 та рефрактометричним методом [38].

Визначення *в'язкості цукрових розчинів* здійснювалося на капілярному віскозиметрі Освальда [59,60,180,125].

Температуру кипіння сиропів та тривалість їх уварювання визначали за допомогою датчика температури NeuLog NUL-203 [166], який був під'єднаний до ПК для фіксації результатів.

Активну кислотність фруктово-ягідної сировини та напівфабрикатів визначали за допомогою датчика рН NeuLog NUL-206 [167].

Зміну реологічних характеристик помадних мас з різним вуглеводним складом досліджували методом ротаційної віскозиметрії з використанням ротаційного віскозиметра марки «Реотест -2», робочим органом якого є коаксіальний циліндр. Дослідження проводилося в зразках з температурою 70-80°C, що забезпечувалася застосуванням термостату [16,59,60,125,180].

У ході досліджень розраховували напругу зсуву за наступною формулою 2.1:

$$\tau_r = Z \times \alpha \quad (2.1)$$

де: τ_r – напруга зсуву; Z – стала циліндра; α – покази приладу.

Ефективну в'язкість всіх досліджуваних системи розраховували за рівнянням Ньютона 2.2 :

$$\eta = \tau_r / D_r \quad (2.2)$$

де: D_r – швидкість зсуву, s^{-1} .

За розрахованими даними будували реологічні криві ефективною в'язкості $\eta = f(\tau_r)$, що показують залежність в'язкості від напруження зсуву, та реологічні криві течії $D_r = f(\tau_r)$, що показували швидкість деформації від напруження зсуву [59,60].

Мікроструктуру помадних мас визначали за допомогою мікроскопу AS1, який був під'єднаний до веб-камери і ПК [38]. Визначення розмірів кристалів і фракційного складу твердої фази помади проводили методом мікроскопування зразків помадних мас в середовищі зневодненого гліцерину з використанням камери Горяєва, з наступною обробкою зображень в програмі ImageJ [21,184].

2.2.2 Методи визначення якості готової продукції

Органолептичні показники якості досліджуваних помадних цукерок визначали згідно ДСТУ 4683:2006 [11] залучаючи для оцінки експертів.

Визначення *масової частки вологи та сухих речовин* здійснювали згідно ДСТУ 4910:2008 [12], а визначення *масової частки редукуючих речовин* здійснювали фериціанідним методом за ДСТУ 5059:2008 [13].

Визначення граничної напруги зсуву корпусів цукерок проводили на Структурометрі СТ-1 згідно інструкції до приладу [60]. Під час визначення використовували 6 режим роботи структурометра і такі параметри: швидкість переміщення столика вгору $V = 65$ мм/хв; глибину занурення насадки $H = 7$ мм; тривалість занурення конуса $\tau = 10$ с.

Граничне напруження зсуву, кПа, визначали за формулою 2.3

$$P_m = K \frac{P}{h_m^2}, \quad (2.3)$$

де K — константа конуса, яка залежить від кута ($K_{45} = 0,658$, $K_{60} = 0,413$); P — навантаження, Н; h_m — глибина занурення конуса, м [38].

Визначення *ступеня усихання* досліджуваних зразків визначали за втратою маси зразків під час зберігання за рахунок видалення з них вологи, шляхом зважування свіжоприготовленого продукту та цього ж зразка при зберіганні через певні проміжки часу.

Усихання U , % розраховують за формулою :

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100, \% , \quad (2.4)$$

де m_1 - маса свіжевиготовленого продукту, г;

m_2 - маса продукту, що зберігався певний проміжок часу, г.

Активність води (a_w) готових виробів визначали на електронному вимірювачі активності води «LabMaster-aw neo» компанії Novasina AG (Швейцарія) [168].

Дослідження впливу зміни вуглеводної складової цукерок на кількість вільної та зв'язаної вологи здійснювалося за допомогою дериватографа Q-1500 [138,201,186]. У дослідному зразку одночасно вимірювали температуру (Т), зміну маси (TG), швидкість зміни маси (DTG) та зміну теплоємності (DTA) залежно від часу. За отриманими дериватограмами визначали величину втрати маси (Δm) досліджуваного зразка за відповідної температури.

Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей готових виробів проводили із застосуванням сорбційної вакуумної установки з пружинними кварцовими вагами Мак-Бена, де на попередньо зневоднених зразках здійснювали сорбцію водяної пари до досягнення гігроскопічної вологості, після чого проводили десорбцію в рівноважних умовах [14,19,125]. Результати дослідження представлялися у вигляді ізотерми графічно як $a = f(P/P_s)$, де a - величина адсорбції в m^3/g , P / P_s - відносний тиск парів адсорбтива (водяної пари).

Для вибору моделі, яка найкраще описує ізотерми сорбції цукерок кристалічної структури, було розглянуто дві популярні моделі БЕТ та Фрейндліха, що описують ізотерми сорбції (табл.2.1). Слід зазначити, що вони мають теоретичну основу (засновані на теорії адсорбції), а їхні параметри мають фізичний зміст.

Таблиця 2.1-Рівняння для опису ізотерм сорбції

Назва рівняння	Рівняння	Номенклатура
БЕТ	$a = \frac{a_m \cdot K \cdot P/P_s}{\left(1 - \frac{P}{P_s}\right) \left\{1 + (K - 1) \cdot \frac{P}{P_s}\right\}}$	a – кількість адсорбованої вологи a_m - ємність моношару K - константа рівноваги полішарової адсорбції P/P_s - відносний рівноважний тиск парів води
Фрейндліха	$\Gamma = K \cdot P^n$	Γ - кількість адсорбованої вологи P – рівноважний тиск парів води K і n – емпіричні константи

Рентгеноструктурні дослідження проводили на порошковому дифрактометрі ДРОН УМ-1, шляхом отримання повної або часткової рентгенограми в результаті сканування зразка по куту θ між площиною зразка і первинним потоком [9,48,187]. З аналізу отриманих дифрактограм визначали інтенсивність збільшення кристалічності твердої фази цукерок [155].

Оцінку якості розроблених зразків проводили за комплексним показником, що враховує основні принципи кваліметрії [69]. Для визначення комплексного показника якості (K_0) визначали коефіцієнти вагомості (M_i) кожного показника з урахуванням основних принципів кваліметрії, $\sum_{i=0,1}^n M_i = 1,0$, залучаючи для їх визначення експертів і проводячи опитування методом Делфі [151].

Розрахунок *калорійності (енергетичної цінності)* розроблених цукерок проводили згідно з методикою, затвердженою ЗАТ «Укркондпром» [38].

Розрахунок *показника глікемічності* розроблених цукерок проведений за методикою А.М. Дорохович [36]. В основу розрахунку покладено метод визначення кількості вуглеводних компонентів у 100 г харчового продукту та їхнього глікемічного індексу.

Економічну ефективність визначали за діючими у галузі методиками розрахунку [65].

Оптимізацію рецептури та технологічних параметрів здійснювали за методом математичного планування багатofакторного експерименту, обробку його результатів проводили із застосуванням методу «крутого сходження» – Бокса-Вілсона [5,43]. Перевірку адекватності рівняння регресії проводили за критерієм Фішера.

2.2.3 Опрацювання результатів досліджень

Дослідження проводили в 3-5 кратній повторюваності. Результати розраховували як середнє значення повторюваностей.

Оцінка справжності одержаних результатів проводилася з допомогою методів математичної статистики з довірчою вірогідністю 0,95.

Статистичну обробку результатів досліджень та побудову графіків, схем та малюнків виконували за допомогою програмного забезпечення MS Office, MathCAD, OriginPro, AutoCAD, CoralDraw, ImageJ.

Висновки до розділу 2

1. Обрано та охарактеризовано об'єкт та предмети досліджень.
2. Розроблено блок-схему комплексних досліджень згідно обраної тематики.
3. Підібрано стандартні та спеціальні методики для оцінювання сировини, напівфабрикатів, готової продукції, а також визначені показники для характеристики функціональності розроблених цукерок.
4. Підібрані методи для статистичної обробки отриманих результатів досліджень та проведення оптимізації рецептурних композицій цукерок кристалічної структури, а також параметрів удосконаленої технології виробів.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗИХ ЦУКРІВ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЦУКЕРОК НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ

Помадні цукерки відносяться до однієї з найбільш цукровмісних груп кондитерських виробів. Їх основним компонентом є цукор білий кристалічний - традиційна сировина кондитерського виробництва, що виконує роль структуроутворювача та забезпечує виробам відповідні органолептичні характеристики [70]. Як зазначалося в літературному огляді, якість помадних цукерок в першу чергу визначається дрібнокристалічною структурою їх твердої фази.

В літературних джерелах [119,150,171] процес помадоутворення розглядається на прикладі кристалізації сахарози - дисахариду, що є основою цукру білого кристалічного. В деяких наукових роботах описана можливість отримання помадних цукерок лише при частковій заміні сахарози на такі цукри як глюкоза, фруктоза та лактоза та при повній заміні цукру на цукрозамінники класу поліолів [15,18,110,174]. Однак, серед існуючих розробок відсутні дані щодо теоретичних основ утворення помадних мас, що виготовляються з повною заміною цукру білого кристалічного комбінаціями інших цукрів, такими як глюкоза, фруктоза, лактоза та тагатозою. Також при проведенні огляду джерел інформації не було знайдено досліджень з приводу можливості зниження цукровмісту у помадних цукерках за рахунок використання харчового волокна полідекстрази, застосування якого зараз набуло широкого поширення в різних групах харчових продуктів. У зв'язку з цим представляє науковий і практичний інтерес дослідження можливості розробки цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів з метою розширення асортименту виробів, що володіють різним функціональним спрямуванням.

Так як всі вищенаведені цукри та ПД мають різні технологічні властивості є необхідність в проведенні серії експериментів для встановлення можливості їх використання самотійно чи в комбінації один з одним з метою отримання цукерок кристалічної структури, які б за своїми споживчими характеристиками

наближалися до традиційних помадних цукерок. Для прогнозування поведінки цих інгредієнтів при використанні в технології помадних цукерок доцільно дослідити їх вплив на показники якості напівфабрикатів; режими приготування помадного сиропу та отримання помадної маси з нього.

3.1 Вивчення реологічних властивостей водних розчинів досліджуваних вуглеводів

Класичні помадні маси і готові вироби на їх основі характеризуються дрібнокристалічною структурою. Вона утворюється в результаті самочинної кристалізації сахарози з пересичених помадних сиропів. На процес кристалізації сахарози при помадоутворенні основний вплив здійснюють ступінь пересичення сиропу, його в'язкість і температура, а також інтенсивність перемішування [52].

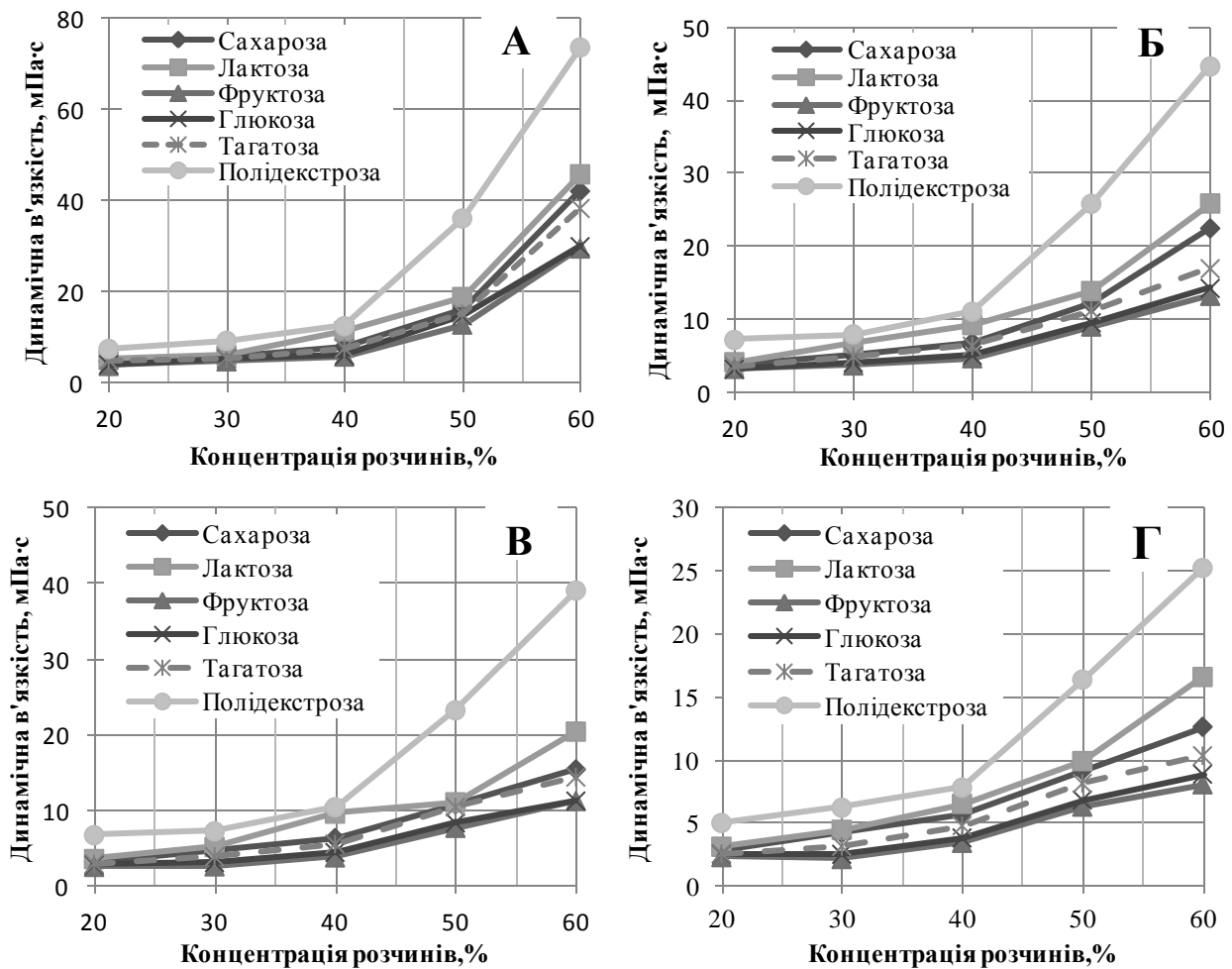
В'язкість є важливою характеристикою при проектуванні харчових систем і промислових процесів, що включають тепло- або масообмін [195]. Оскільки в'язкість насичених розчинів цукрів є одним з важливих факторів, що впливають на процес кристалізації цукрів, є доцільність визначення цього показника в модельних розчинах на основі досліджуваних вуглеводів при використанні їх окремо та в комбінаціях.

При проведенні літературного огляду було знайдено низку робіт, присвячених визначенню в'язкості розчинів цукрів сахарози, глюкози, фруктози [195], лактози [189], тагатози [144] та харчового волокна полідекстрази [127] самотійно або в комбінації з іншими цукрозамінниками чи харчовими наповнювачами. Однак, здійснити загальний аналіз даних, представленими різними авторами, було практично неможливо через різні умови проведення експерименту (значення температури розчинів та їх концентрації). Тому нами було проведено дослідження в'язкості модельних розчинів досліджуваних вуглеводів з концентраціями 20, 30, 40, 50 та 60 %.

Модельні розчини готували за наступною схемою: приготування рецептурної суміші (змішували сухі компоненти та додавали дистильовану

воду відповідної температури в необхідній кількості). Цукри (сахарозу, глюкозу, фруктозу, тагатозу, лактозу) та харчове волокно полідекстрозу вводили в кількості, що забезпечувала еквівалентну кількість кожного досліджуваного вуглеводу в перерахунку на сухі речовини.

На рисунку 3.1.1. відображені результати досліджень динамічної в'язкості модельних розчинів цукрів: сахарози, лактози, глюкози, фруктози, тагатози та харчового волокна полідекстрози з концентраціями від 20 до 60 % та в діапазоні температур від 20 до 70°C.



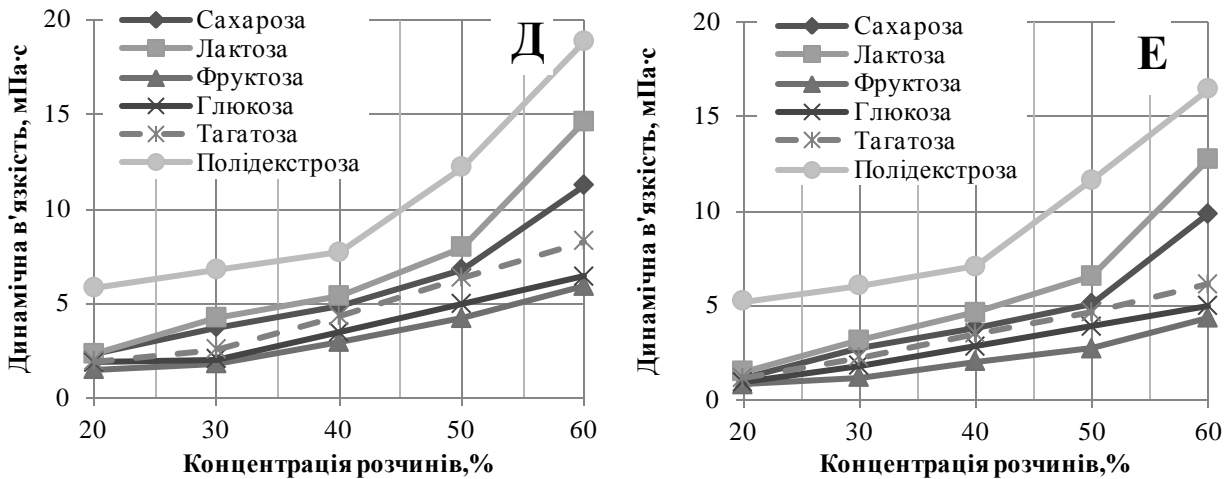


Рис. 3.1.1 - Динамічна в'язкість розчинів сахарози, лактози, глюкози, фруктози, тагатози та полідекстрози концентраціями 20 - 60 % при температурах: А) 20 °С; Б) 30 °С; В) 40 °С; Г) 50 °С; Д) 60 °С; Е) 70 °С;

З фізичної точки зору в'язкість пов'язана зі здатністю молекул рухатися одна повз одну під час зсуву (змішування, переливання, перекачування тощо). Фактори, що впливають на здатність молекул переміщуватися одна відносно одної також впливають на в'язкість. Для ньютонівських розчинів цукрів значення в'язкості залежить від молекулярної маси цукру, концентрації та температури [150].

Результати представлені на рис. 3.1.1 демонструють, що динамічна в'язкість всіх розчинів зростає зі збільшенням їх концентрації від 20 до 60 %, а також цей показник помітно знижується з підвищенням температури модельних розчинів. Отримані закономірності корелюють з результатами наведеними в роботі [50].

Вплив концентрації на в'язкість розчинів досліджуваних вуглеводів можна пояснити наступним твердженням, що чим більше молекул, тим вища концентрація розчину, а, відповідно, більша ймовірність, що ці молекули будуть впливати одна на одну, що і сприятиме підвищенню в'язкості розчину. Взаємозв'язок між підвищенням температури та зниженням в'язкості розчинів можна пояснити збільшенням рухливості молекул і збільшенням міжмолекулярної відстані, що зменшує опір потоку [158].

Згідно отриманих результатів найвищу в'язкість на всьому інтервалі температур та концентрацій мають розчини харчового волокна полідекстрози. Найвищий показник динамічної в'язкості розчину полідекстрози відмічено з концентрацією 60 % при температурі 20 °С. За таких умов показник становив

73,746 мПа·с, що на 43 % вище динамічної в'язкості розчину сахарози за тих же умов. Підвищена в'язкість розчинів полідекстрази обумовлена, як взаємодією ланцюгів полімеру між собою, так і їх взаємодією з молекулами води. Молекули високомолекулярної сполуки мають великі розміри, переплітаються між собою, їх полярні групи утворюють великі гідратні оболонки, що й сприятиме зниженню рухливості молекул. Дана властивість ілюструє потенціал використання полідекстрази для компенсування в'язкості у продуктах із зниженим вмістом сахарози, яка зазвичай забезпечується високим вмістом цукру в традиційних виробках.

Розглядаючи в'язкості розчинів моно- та дисахаридів було відмічено зниження даного показника на розглянутих інтервалах температур та концентрацій у напрямку лактоза → сахароза → тагатоza → глюкоза → фруктоза. Так при температурі 20°C динамічна в'язкість розчинів концентрацією 60 % на основі лактози становила 45,905 мПа·с, сахарози - 42,201 мПа·с, тагатоzi - 38,412 мПа·с, глюкози - 30,03 мПа·с, фруктози - 29,631, що на 8 % вище та на 9 %, 29 % та 30 %, відповідно, нижче за даний показник розчину сахарози. Вища в'язкість розчинів дисахаридів за розчини моносахаридів пояснюється тим, що завдяки більшій молекулярній масі дисахаридів (у 1,9 разів) 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 [50]. Різна в'язкість розчинів моносахаридів, на нашу думку, зумовлена різними положеннями гідроксильних груп у просторовій структурі. В роботі [136] різницю у зниженні в'язкості розчинів досліджуваних моноцукрів теж пояснюють відмінностями у хімічних просторових структурах цукрів.

Проаналізувавши вищезазначені дані було відмічено, що всі моно-, ди- та полісахариди по-різному впливають на в'язкість водних розчинів на їх основі.

Враховуючи мету наших досліджень з концепцією розширення асортименту цукерок кристалічної структури (рис. 1.4.1) нами запропоновано поєднувати досліджувані вуглеводи в наступних комбінаціях (табл. 3.1.1)

Таблиця 3.1.1 – Комбінації досліджуваних вуглеводів

Назва вуглеводу	Назва вуглеводу			
	Сахароза	Тагатоза	Глюкоза	Лактоза
Тагатоза				
Лактоза				
Фруктоза		Т:Ф=9:1		Л:Ф=1:1
Глюкоза			Г:Г=9:1	
Полідекстроза	С:ПД=7:3			

Ці комбінації були підбрані шляхом проведення серії спроб по виготовленню мас з дрібнокристалічною структурою на основі досліджуваних вуглеводів. Детальний опис цих досліджень та оптимізації рецептур цукерок кристалічної структури буде наведено в 4 розділі роботи.

Тому є доцільним визначення в'язкості модельних розчинів комбінацій цих вуглеводів. Результати проведених досліджень зображені на рис. 3.1.2-3.1.5.

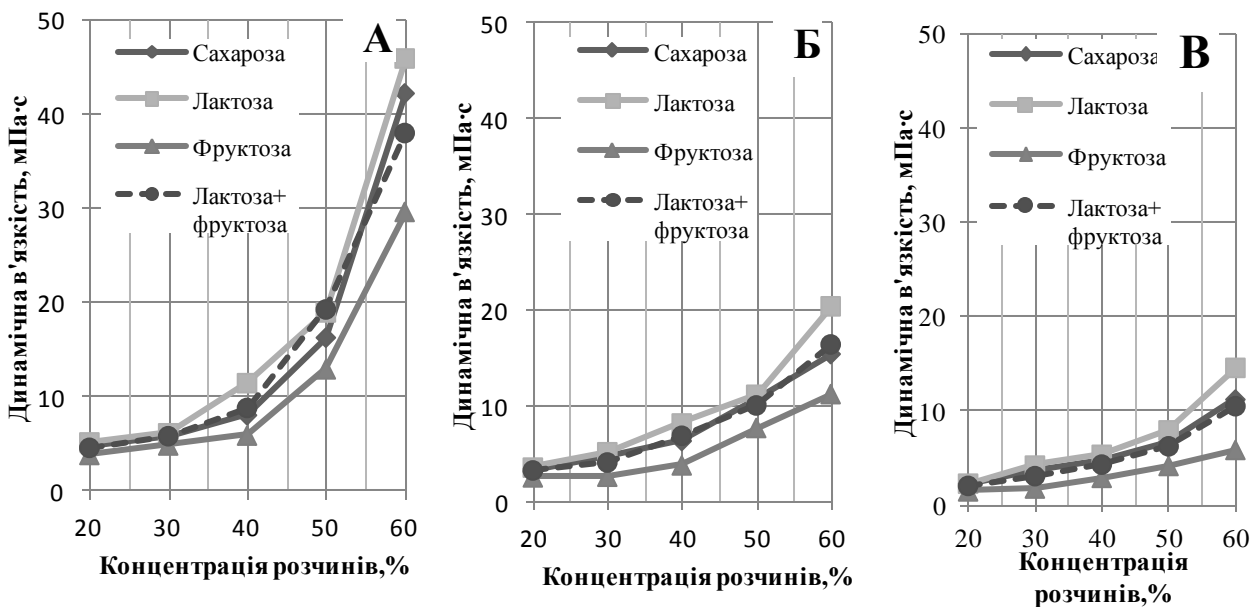


Рис. 3.1.2 - Зміна динамічної в'язкості водних розчинів сахарози, лактози, фруктози та комбінації лактози і фруктози в залежності від концентрацій та температури розчину: А - 20°C, Б-40°C, В -60°C

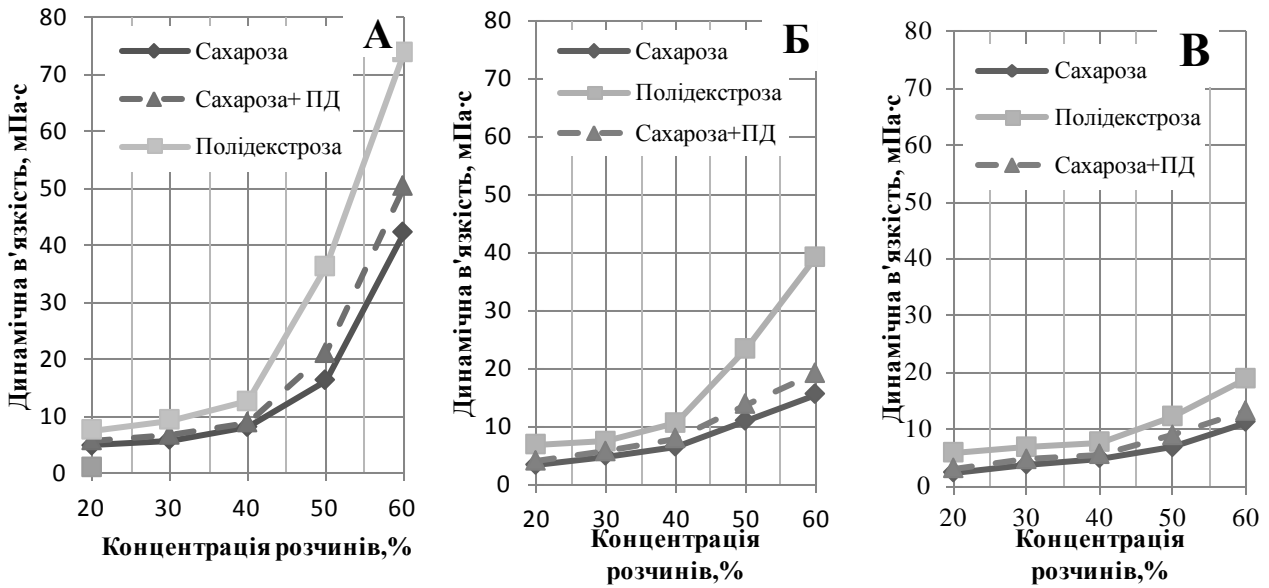


Рис. 3.1.3 - Зміна динамічної в'язкості водних розчинів сахарози, полідекстрази та комбінації сахарози і полідекстрази в залежності від концентрацій та температури розчину: А - 20°C, Б-40°C, В -60°C

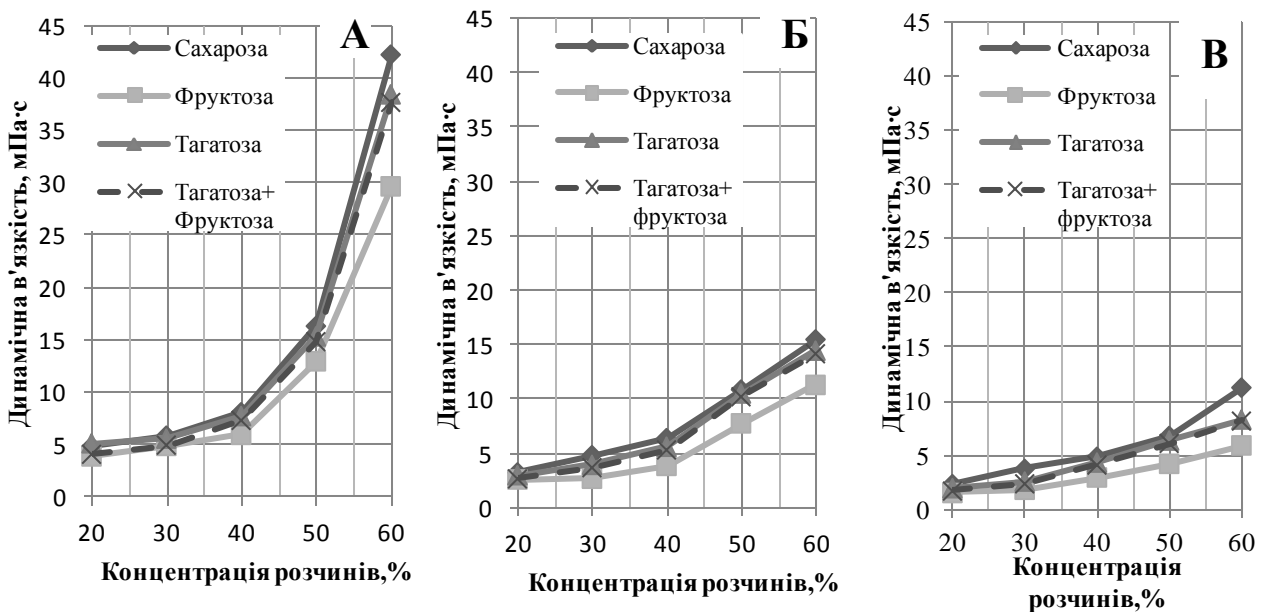
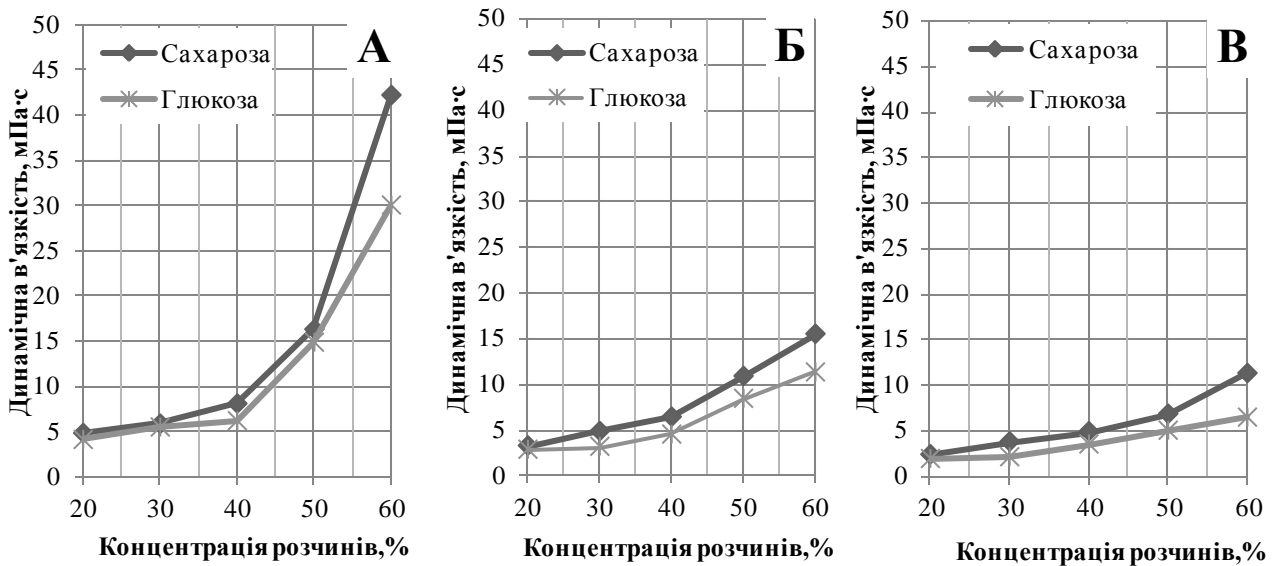


Рис. 3.1.4 - Зміна динамічної в'язкості водних розчинів сахарози, фруктози, тагатози та комбінації тагатози і фруктози в залежності від концентрацій та температури розчину: А - 20°C, Б-40°C, В -60°C



**Рис. 3.1.5 - Зміна динамічної в'язкості водних розчинів сахарози та глюкози в залежності від концентрацій та температури розчину:
А - 20°C, Б - 40°C, В - 60°C**

Проаналізувавши отримані дані динамічної в'язкості модельних розчинів комбінацій цукрів та полідекстрази, які пропонуються використовуватися для отримання цукерок без сахарози або зі зниженим її вмістом, було відмічено, що для них зберігалася тенденція збільшення в'язкості зі збільшенням концентрації цукрів в розчині та зниження в'язкості з підвищенням температури розчинів.

Серед усіх досліджуваних розчинів найбільш близьке до контрольного зразка розчину на сахарозі було значення показника динамічної в'язкості модельного розчину на основі цукрів лактози і фруктози. Так, для розчинів концентрацією 60 % при 20°C на сахарозі даний показник становив 42,201 мПа·с, а на комбінації лактози і фруктози – 37,997 мПа·с, що на майже 10,0 % нижче за зразок на сахарозі; при температурі 60 °C для розчинів на сахарозі даний показник становив 11,254 мПа·с, а на комбінації лактози і фруктози – 10,551 мПа·с, і розбіжність між значеннями становила вже лише 6,0 %. Це можна пояснити результатами попередніх досліджень по визначенню в'язкості чистих водних розчинів досліджуваних цукрів: розчин лактози мав більше значення в'язкості ніж розчин сахарози, а розчин фруктози, навпаки, мав меншу в'язкість. При їх комбінації отримали в'язкість розчину, що наближається до розчину чистої сахарози.

У досліджуваному розчині із частковою заміною сахарози на харчове волокно полідекстросу відмічено підвищення в'язкості розчину в межах 19,0-17,0 % в діапазоні температур 20 - 60°C в порівнянні з розчином сахарози. Так, для розчинів концентрацією 60 % при 20°C на сахарозі даний показник становив 42,201 мПа·с, а на комбінації сахарози і полідекстросу – 50,330 мПа·с; при температурі 60°C розчини з концентрацією 60 % мали відповідні значення: розчин сахарози -11,254 мПа·с, а розчин з 30 % заміною сахарози ПД - 13,181 мПа·с. Підвищення в'язкості розчину потрібно буде врахувати на етапах приготування помадної маси на основі цієї комбінації, а також на етапі формування виробів шляхом відливання в форми.

Найнижча в'язкість спостерігається для розчинів на основі комбінації моносахаридів фруктози і тагатози, які мають меншу молекулярну масу порівняно із дисахаридами і, відповідно, вищу рухливість молекул. Так, для розчинів концентрацією 60 % при 20°C на сахарозі даний показник становив 42,201 мПа·с, а на комбінації фруктози і тагатози – 37,644 мПа·с, що на 10,7 % нижче за контрольний зразок; при температурі 60 °C для розчинів на сахарозі даний показник становив 11,254 мПа·с, а на комбінації фруктози і тагатози – 7,162 мПа·с, що вже на 36,0% менше значення контрольного зразка.

Подібна тенденція простежується і при порівнянні значень в'язкості розчинів глюкози з контрольним зразком розчину на сахарозі. При 20°C в'язкість 60 % розчину глюкози (30,030 мПа·с) була на 29,0 % нижче розчину сахарози, а при температурі 60°C цей відсоток становив вже 43,0%.

В останньому випадку для часткового корегування в'язкості помадних сиропів на основі глюкози нами при розробці рецептурної композиції виробів запропоновано використовувати додаткові інгредієнтів класу гідроколідів.

Отримані дані, що демонструють вплив використаних вуглеводних компонентів на динамічну в'язкість розчинів на їх основі необхідно врахувати на етапі приготування помадної маси зразків із повною або частковою заміною сахарози, оскільки в'язкість цукеркового сиропу впливатиме на дисперсність твердої фази помади та тривалість процесу помадоутворення.

3.2 Дослідження впливу вуглеводних компонентів на температуру кипіння цукрових сиропів

З літературних джерел відомо [28], що в отриманні якісних помадних сиропів з певним ступенем пересичення велику роль відіграє їх кінцева температура кипіння, до якої здійснюється процес уварювання. Вона залежить не тільки від кінцевої концентрації сиропу, а й від складу розчинених речовин у ньому, тобто від його рецептурних складових. Тому можна припустити, що повна заміна традиційного для цукерок цукру - сахарози на досліджувані вуглеводи впливатиме на параметри приготування помадного сиропу на основі їх комбінацій, що буде викликати необхідність корегування режимів цієї технологічної операції. Також різні цукри можуть по різному впливати на тривалість операції уварювання помадних сиропів, що в свою чергу може відобразитися на енерговитратах цієї стадії.

Враховуючи використання цукрів різного хімічного складу було доцільно дослідити температури кипіння помадного сиропу на їх основі. На першому етапі досліджень, з метою вивчення процесу уварювання помадного сиропу на основі досліджуваних цукрів було проведено експеримент щодо визначення температури кипіння модельних зразків – розчинів цукрів та ПД 50 % концентрації.

Згідно другого закону Рауля підвищення температури кипіння розчину є прямопропорційною його моляльній концентрації :

$$\Delta T_{\text{кип}} = E \cdot C_m, \quad (3.1)$$

де E - ебуліоскопічна стала, C_m - моляльна концентрація, моль/кг

За даним рівнянням нами було розраховано підвищення температури кипіння водних розчинів досліджуваних цукрів та ПД у концентрації 50 %. Також було експериментально визначено температуру кипіння даних розчинів та розчину ПД за допомогою електронного датчика-реєстратора температури Neylog NUL-203 [166]. Результати проведених досліджень наведені в таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1 - Температура кипіння розчинів різних цукрів та полідекстрази

(n=3, p ≥ 0,95)

Метод визначення	Температура кипіння 50%-го розчину досліджуваного вуглеводу, °C					
	сахароза	лактоза	фруктоза	тагатоza	глюкоза	полідекстроза
Розрахунковий	101,52	101,52	102,89	102,89	102,89	-
Експериментальний	101,40	101,20	102,80	102,30	102,70	100,40

Згідно табличних даних, спостерігається незначне відхилення в результатах отриманих розрахунковим та експериментальним шляхом, що можна пояснити гідратацією розчинених вуглеводів [149].

В НУХТ на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів проф. Камбуловою Ю.В. було проведено дослідження гідратаційних властивостей представлених цукрів. В силу своєї будови, наявності і розташування напівацетального гідроксилу, конфірмаційної будови молекули гідратація зменшується в ряду для дисахаридів: лактоза, сахароза; серед моносахаридів: тагатоza, глюкоза, фруктоза [50].

Аналізуючи дані таблиці 3.2.1, спостерігаємо що вища температура кипіння властива розчинам маносахаридів, які мають нижчу гідратаційну здатність. Температура кипіння розчину фруктози була трохи вищою, ніж розчину глюкози за того самого тиску та концентрації розчинної речовини. Можна припустити, що розчин фруктози має дещо вищу теплоємність, ймовірно, пов'язану з різницею в ізомерному складі в стані рівноваги у водному розчині та його меншої сумісності з водною структурою, представляючи більш порушений шар гідратації. Ці спостереження підкреслюють ізомерний підхід водних цукрових сумішей. У водних розчинах глюкози частка таутомеру піранози майже не залежить від температури, а його концентрація становить приблизно 99 % [159]. У водних розчинах фруктози пропорції таутомерів піранози та фуранози залежать від температури, але при

вищих температурах частка таутомерів фуранози більша, ніж таутомерів піранози [161].

Найнижча температура кипіння серед досліджуваних вуглеводів була відмічена для розчину харчового волокна полідекстрази -100,4°C, що можна пояснити його розгалуженою високомолекулярною структурою.

Наступна серія дослідів була спрямована на визначення температури кипіння вже на основі комбінацій досліджуваних цукрів. До складу помадного сиропу окрім цукру входить крохмальна патока. В наших дослідженнях використовувалася традиційна для кондитерської галузі крохмальна карамельна патока вищого сорту. Помадні сиропи готували із компонентним складом, який представлений у таблиці 3.2.2.

Ці співвідношення інгредієнтів були отримані нами шляхом проведення серії виготовлення зразків помади з різним вуглеводним складом в лабораторних умовах, і були обрані результати, що дозволяють отримати дрібнокристалічну помадну масу подібну до класичної помадної маси на основі сахарози. Детальніше результати цих досліджень будуть наведені в 4 розділі роботи.

Таблиця 3.2.2 - Компонентний склад помадних сиропів

Рецептурні компоненти сиропу	Зразок сиропу на основі				
	сахарози	глюкози	комбінації лактози та фруктози	комбінації тагатози та фруктози	комбінації сахарози та полідекстрази
Сахароза	89,0	-	-	-	62,0
Лактоза	-	-	44,5	-	-
Тагатоza	-	-	-	82,0	-
Фруктоза	-	-	44,5	9,0	-
Глюкоза	-	91	-	-	-
Полідекстроза	-	-	-	-	27,0
Патока крохмальна	11,0	9	11,0	9,0	11,0

Приготування помадних сиропів проводилося періодичним способом в умовах лабораторії за постійної інтенсивності нагрівання та однакових умов

оточуючого середовища. Результати визначення температури початку кипіння даних сиропів та тривалість їх нагріву до моменту закипання представлені на рис. 3.2.1 та рис. 3.2.2

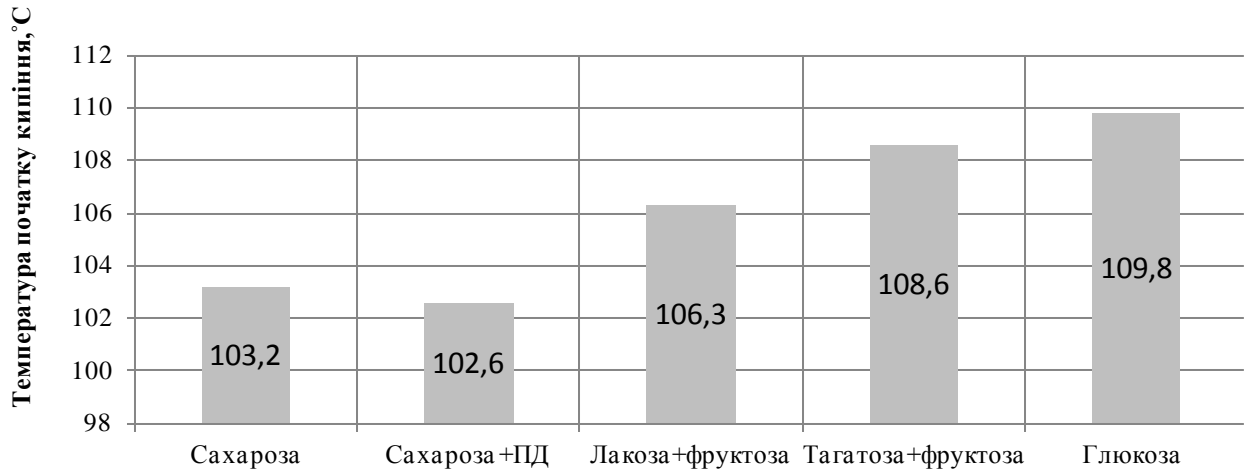


Рис.3.2.1 -Температура початку кипіння помадних сиропів на основі досліджуваних вуглеводів

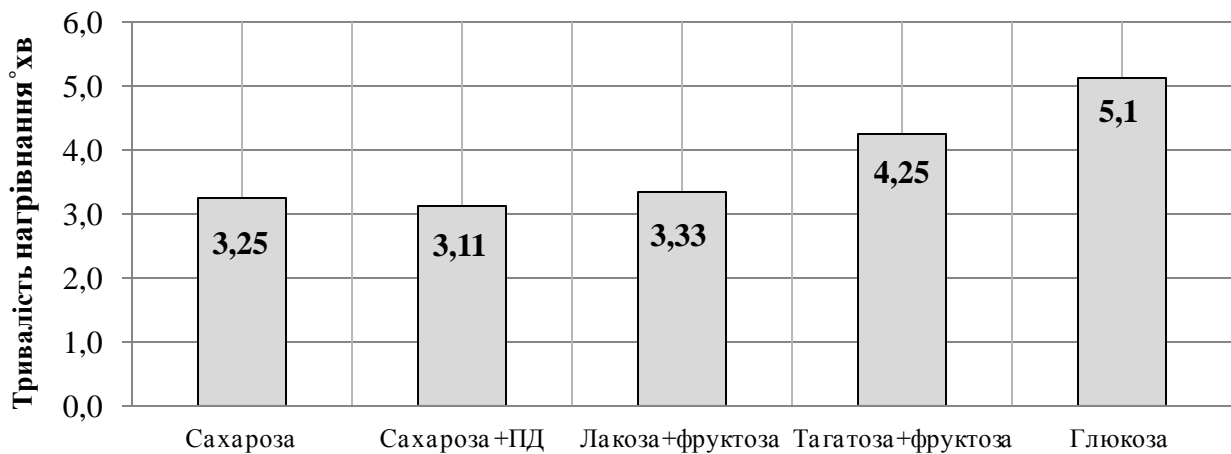


Рис. 3.2.2 - Тривалість нагрівання помадних сиропів на основі досліджуваних вуглеводів до моменту їх закипання

Згідно з отриманими результатами досліджень можна говорити про те, що при приготуванні помадного сиропу на основі комбінації дисахариду лактози та моносахариду фруктози спостерігається підвищення температури кипіння в порівнянні зі зразком на сахарозі на 3 %. Найвищі температури кипіння серед досліджуваних зразків мали помадні сиропи на основі моносахаридів: комбінації тагатоzi та фруктози та на основі глюкози. Для цих розчинів спостерігалася

підвищення цього параметру в порівнянні зі зразком на сахарозі на 6,4 % та 6,9 % відповідно. Найнижче значення цього показника було відмічено для розчину на основі полідекстрази - для цього розчину спостерігалось зниження температури в порівнянні зі зразком на сахарозі на 0,6 %.

Проаналізувавши дані рис. 3.2.2 можна відмітити пряму залежність тривалості нагрівання помадних сиропів від їх температури кипіння. Звідси можна зробити висновок, що найшвидше буде закипати розчин із найнижчою температурою кипіння, тобто розчин на основі комбінації сахарози та полідекстрази – через 3,11 хв. нагрівання, а найдовше – розчин на основі глюкози – 5,1 хв. Отримані дані можуть бути передумовою припущення, що при приготуванні цукерок на основі глюкози буде збільшена загальна тривалість операції уварювання, а отже і витрати енергоносіїв для забезпечення цього процесу.

При приготуванні помадних сиропів з використанням досліджуваних вуглеводних компонентів потрібно дослідити раціональні значення їх кінцевої температури уварювання, яка б забезпечувала б необхідне пересичення помадного сиропу на етапі помадоутворення, яке призводило б до самочинної кристалізації цукрів з нього. Якщо для класичних помадних цукерок на основі сахарози кінцева температура уварювання становить 116-118 °С, то для зразків на основі досліджуваних цукрів та ПД цей параметр може бути дещо відмінним від цього значення.

3.3 Дослідження впливу різних цукрів та полідекстрази на кінцеву температуру уварювання помадних сиропів на їх основі

Однією з найважливіших закономірностей при здійсненні контролю виробництва кондитерських виробів є кореляція між температурою кипіння та кінцевим вмістом вологи в кондитерських напівфабрикатах, що готуються шляхом уварювання [150].

При виробництві класичних помадних цукерок на основі сахарози кінцева температура уварювання помадного сиропу становить 116-118 °С, за рахунок чого досягається необхідний вміст сухих речовин помадного сиропу в межах 88-90 %.

Саме такий вміст сухих речовин в процесі охолодження забезпечуватиме пересичення помадного сиропу та провокуватиме проходження самочинного процесу кристалізації цукру з нього.

Попередні наші дослідження вказують на те, що водні розчини різних цукрів і їх комбінації мають різні властивості, що впливатиме на накопичення сухих речовин в них при уварюванні. Це може призводити до того, що за однакової температури уварювання будуть утворюватися помадні сиропи різної концентрації сухих речовин в них. Тому нами було проведено дослідження динаміки накопичення сухих речовин помадними сиропами з різним вуглеводним складом за різних температур уварювання. Результати проведених досліджень представлені на рис.

3.3.1

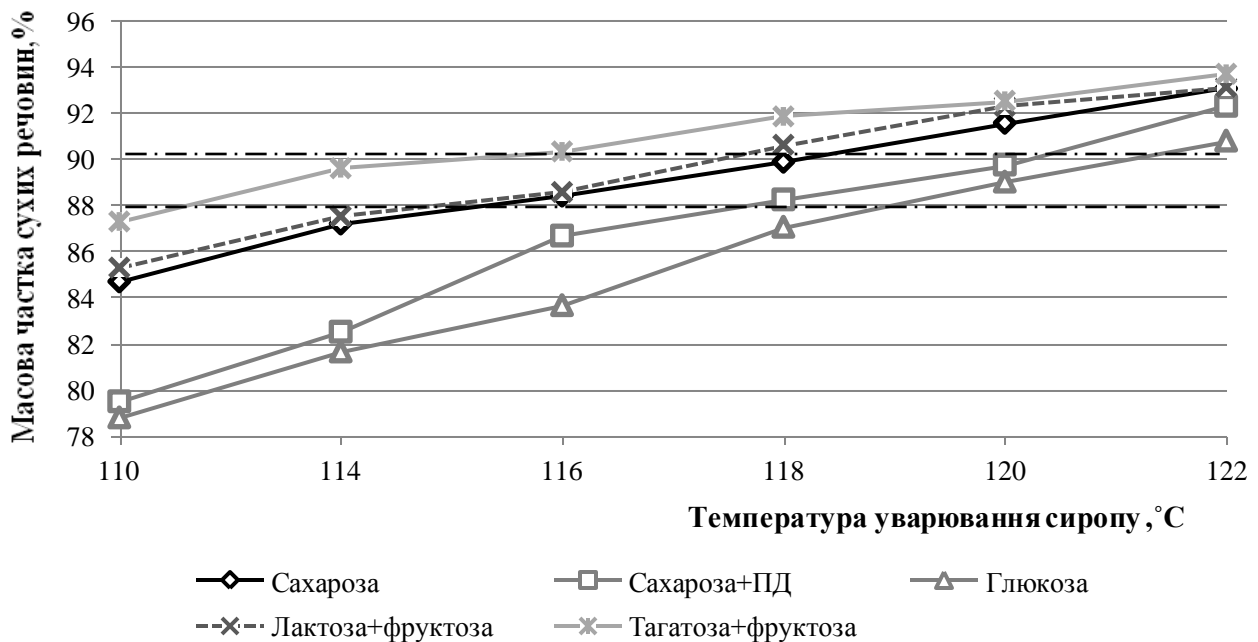


Рис. 3.3.1 - Графік зміни масової частки сухих речовин помадних сиропів на основі досліджуваних цукрів залежно від температури уварювання

Проаналізувавши дані рис 3.3.1 можна побачити, що найбільш схожа тенденція до накопичування сухих речовин у процесі уварювання помадних сиропів відносно контролю (на сахарозі) притаманна зразку на основі лактози і фруктози. Так, при температурі 114°C вміст сухих речовин у контрольному зразку становив 87,2 %, а в зразку на основі лактози і фруктози 87,5 %, а при температурі 122 °C – 93,0 % та 93,1 % 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°C.

Найінтенсивніше накопичення сухих речовин під час уварювання спостерігалось в зразку помадного сиропу на основі комбінації тагатози і фруктози. Так, при кінцевій температурі уварювання 114°C вміст сухих речовин у даному зразку становив 89,6 %, а при вже при температурі 122 °C сягав значень 93,7 % що на 2,4 % та 0,6 % відповідно вище масової частки сухих речовин контрольного зразку за тих же температур. Враховуючи вищенаведене можна прогнозувати корегування кінцевої температури уварювання в бік зменшення температур, а саме до 116°C, при якій масова частка сиропу становить 90,3 %.

Для зразків помадних сиропів на основі глюкози та комбінації сахарози і полідекстрози відмічено більш повільний процес накопичування сухих речовин в процесі уварювання. Так, при температурі 114°C вміст сухих речовин у зразку на основі глюкози становив 81,7 %, а в зразку на основі комбінації сахарози і ПД - 82,5 %. Такої концентрації сухих речовин буде не достатньо для забезпечення самочинної кристалізації цукрів на етапі приготування помадної маси. При кінцевій температурі уварювання 122 °C ці помадні сиропи мали значення масової частки сухих речовин 90,8 % та 92,3 % відповідно. Порівняно із контрольним зразком помадний сироп на глюкозі мав менший вміст сухих речовин при температурі 114°C на 6,4 %, при температурі 122°C – 2,4 %; а помадний сироп на комбінації сахарози і полідекстрози мав менший вміст сухих речовин при температурі 114 °C на 5,4 %, при температурі 122°C – 0,8 %. Отримані результати засвідчують необхідність збільшення кінцевої температури уварювання для зразка з полідекстрозою в інтервалі 118-120°C та для зразка з глюкозою – 120-122°C.

Припускаємо, що така відмінність концентрацій помадних розчинів зумовлена різною здатністю досліджуваних вуглеводів утримувати вологу, що в свою чергу пов'язано з різною розчинністю цукрів і впливатиме на

інтенсивність видалення вільної вологи у процесі уварювання. В літературних даних [50] зазначається, що ступінь розчинення різних цукрів зумовлений конфігураційними відмінностями молекул, при чому легкість руйнування кристалічної решітки обумовлює вищі показники розчинності. Згідно літературних даних, які представлені в розділі 1, розчинність вуглеводів при температурі 20 ° збільшується у напрямку лактоза → глюкоза → тагатоza → сахароза → фруктоза → полідекстроза. Така закономірність підвищення розчинності цукрів пояснюється збільшенням у розчинах фруктофуранозних аномерів, які здатна утворювати зв'язок із меншою кількістю молекул води порівняно з молекулою цукру, що знаходиться у піранозній циклічній формі.

Відомо, що при нагріванні розчинів підвищується різною мірою розчинність вуглеводів. Серед представлених вуглеводів найбільше підвищення розчинності при збільшенні температури притаманне для глюкози, оскільки при підвищенні температури відбувається зміщення таутомерної рівноваги у бік нарощування фуранозних циклів [20]. Тому розчинність вуглеводів при нагріванні збільшується у напрямку лактоза → тагатоza → сахароза → глюкоза → фруктоза → полідекстроза.

Вищезазначена закономірність пояснює результати накопичування сухих речовин у помадних сиропях різного вуглеводного складу при уварюванні. Так параметри уварювання до певного вмісту сухих речовин для помадного сиропу на сахарозі, яка має середню розчинність, схожі із параметрами помадного сиропу на основі комбінації низькорозчинної лактози та високорозчинної фруктози. Для отримання помадного сиропу з необхідним вмістом сухих речовин на основі низькорозчинної глюкози або частковим внесенням до класичного розчину високорозчинної полідекстрозі необхідно більше витратити теплової енергії, щоб зруйнувати більш міцні зв'язки між молекулами даних вуглеводів та водою. При уварюванні ж помадного сиропу на основі менш розчинної тагатоzi із незначним внесенням високорозчинної фруктози спостерігається досягнення необхідного вмісту сухих речовин за нижчих кінцевих температур уварювання порівняно із контролем.

Отже, зміна кінцевої температури уварювання помадних сиропів вимагатиме зміни тривалості нагрівання та енерговитрат на отримання помадного сиропу необхідної якості. Отримані дані доцільно буде врахувати при розробці технічних інструкцій на зразки помадних цукерок на основі різних цукрів та з використанням полідекстрази.

3.4 Дослідження впливу різних цукрів та полідекстрази на кінетику помадоутворення

Приготування помадного сиропу є першим етапом виготовлення помадної маси. Другим етапом є переведення цього сиропу із насиченого стану в пересичений, що стане рушійною силою для проходження самочинної кристалізації цукрів та утворення дрібнокристалічної структури характерної для помадних цукерок.

Відомо, що уварений помадний сироп до вмісту сухих речовин 88-90 % буде перебувати в насиченому стані, а процес самочинної кристалізації можливий лише з пересичених розчинів. Тому для збільшення ступеню пересичення сиропу, при якому можливе спонтанне утворення центрів кристалізації, його необхідно охолоджувати при одночасному інтенсивному перемішуванні.

В процесі помадоутворення важливе значення має перша стадія процесу кристалізації – утворення центрів кристалізації. Чим більше їх виникає в одиниці об'єму за певний час, тим більшою буде сумарна поверхня кристалізації і тим дрібнішими будуть кристали цукрів, що утворюються [150].

Для оптимізації процесу кристалізації при отриманні помадних мас необхідно визначити залежність між умовами кристалізації та показниками якості помади. Важливим параметром процесу помадоутворення являється його тривалість. Враховуючи те, що при розробці цукерок використовуються різні цукри, важливо було дослідити можливість їх самочинної кристалізації з помадних сиропів та порівняти тривалість цього процесу за однакових умов проведення експерименту.

Збивання помадних сиропів з масовою часткою сухих речовин 89,0-90,0 %, вага порції яких становила 120-125 г, проводили за однакової інтенсивності перемішування (режим роботи ручного міксера в режимі 1 ($350-400 \text{ об}^{-1}$), вода для охолодження сиропу мала однакову температуру для всіх зразків, що дорівнювала 20°C . Закінчення процесу помадоутворення визначали візуально, спостерігаючи за переходом аморфного сиропу в кристалічний стан з утворенням білосніжної помадної маси, що мала кристалічну структуру. Результати дослідження представлені на рис. 3.4.1.

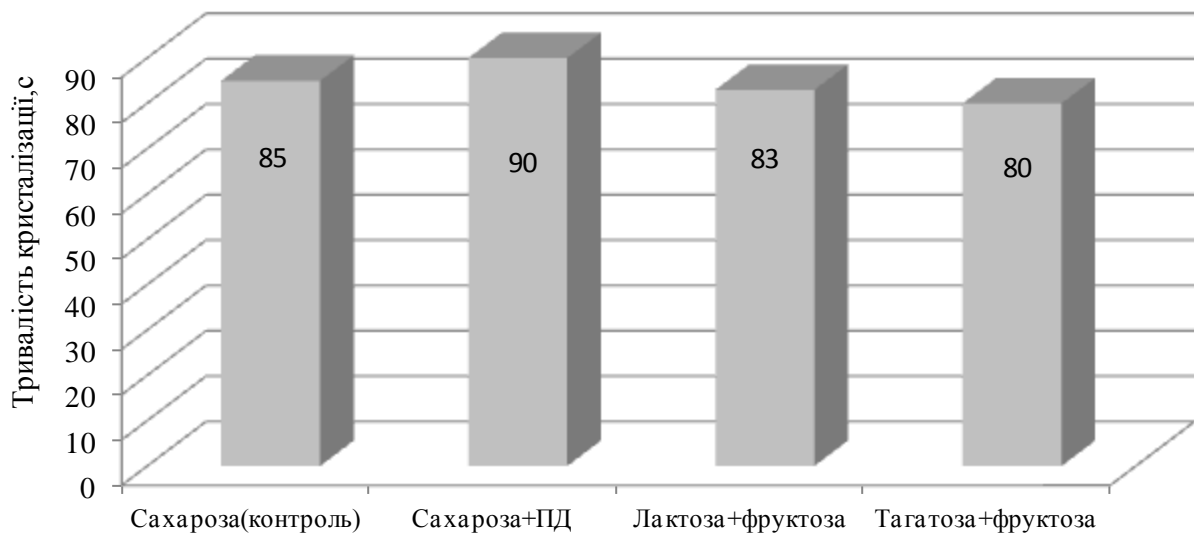


Рис. 3.4.1 - Тривалість кристалізації помадних мас різного вуглеводного складу

Згідно отриманих результатів, зображених на рис. 3.4.1 можна зазначити, що тривалість кристалізації помадних мас всіх зразків, за виключенням зразка на основі глюкози, була майже однаковою. Незначна інтенсифікація процесу утворення кристалічної помадної маси у зразків на основі комбінацій цукрів лактози і фруктози та тагатоzi і фруктози на 2,3 % та 5,8 %, відповідно, в порівнянні з контрольним зразком на сахарозі можна пояснити тим, що ці зразки містять менш розчинні цукри лактозу і тагатозу, які під час охолодження помадного сиропу сприяють більш інтенсивному збільшенню його ступеню пересичення, що і сприяє більш швидкому утворенню центрів кристалізації і росту дрібних кристалів на їх основі, ніж в зразку на сахарозі. Протилежна ситуація виникла зі зразком з частковою заміною цукру полідекстрозою. В

цьому зразку тривалість кристалізації була на 5,8 % більшою, ніж в контрольному зразку. На нашу думку, це можна пояснити збільшенням в'язкості помадного сиропу з частковою заміною цукру ПД в порівнянні з контрольним зразком сиропу на основі сахарози, що підтверджується нашими попередніми дослідженнями модельних розчинів (рис. 3.1.3). Підвищення в'язкості помадного сиропу за рахунок внесення ПД призвело до часткового гальмування утворення центрів кристалізації майбутніх кристалів сахарози та збільшення тривалості операції помадоутворення, що пояснюється сповільненням дифузії молекул сахарози в розчині до граней кристалу.

Подібний експеримент був виконаний і для зразка помадного сиропу на основі глюкози. Цей моносахарид має меншу розчинність ніж сахароза, тому ми прогнозувати, що при охолодженні цього сиропу буде відбуватися його інтенсивне пересичення і кристалізація глюкози. Однак, було встановлено, що за умов проведення експерименту процес кристалізації глюкози не відбувався. Тоді нами були проведені додаткові дослідження з помадним сиропом на основі глюкози зі збільшеним вмістом сухих речовин в ньому 92,0 % та 94,0 %, але і з цих сиропів самочинна кристалізація глюкози не розпочалася. Ця обставина дозволяє зробити припущення, що окрім ступеня пересичення, температури охолодження сиропу, тривалості збивання і його інтенсивності на процес кристалізації буде впливати і природа самої речовини.

Провівши ретельний аналіз джерел інформації, було з'ясовано, що самочинна кристалізація глюкози з пересичених розчинів неможлива, а обов'язковою умовою для цього є додаткове внесення кристалів глюкози, як джерела центрів кристалізації «затравки». Це можна пояснити явищем мутаротації в водних розчинах глюкози. Глюкоза кристалізується в α -формі, при цьому порушується рівновага в пересиченому розчині між α - і β -формами. Доставка свіжих порцій α -глюкози до грані кристала пов'язана не лише з дифузією α -глюкози до грані кристала, але, очевидно, також з дифузією β -глюкози від грані кристала і перетворенням її в α -глюкозу. Дослідники, що

ретельно займались вивченням властивостей цього моносахариду вважають, що саме мутаротація затримує кристалізацію глюкози на кілька годин [102].

Для пришвидшення цього процесу повинні бути створені певні умови: температура, рН, внесення центрів кристалізації для зміщення рівноваги в розчині в бік утворення α -форми глюкози. Причому на тривалість кристалізації глюкози з розчину буде впливати як кількість внесеної глюкози в якості затравки, так і розміри її кристалів [20].

Тому з метою розробки цукерок кристалічної структури на основі глюкози, які можна було б виготовляти на існуючому кондитерському обладнанні нами була спланована серія досліджень по встановленню раціонального дозування кристалічної глюкози на етапі приготування помади та встановлення впливу рН середовища помадного сиропу на швидкість утворення дрібнокристалічної структури помадної маси на основі моносахариду глюкози.

На першому етапі була здійснена серія досліджень по встановленню раціонального дозування кристалів глюкози на стадії приготування помадної маси, які б виконували функцію каталізаторів кристалізації сахарози з розчину. В наших дослідженнях використовували товарну харчову глюкозу з розмірами кристалів в межах 18-20 мкм. Глюкозу вносили в помадний сироп з масовою часткою сухих речовин 90,0 % і температурою 80-90 °С в кількості 5, 10, 15 % до маси рецептурної кількості глюкози в сиропі перед початком його збивання з одночасним охолодженням. За проходженням процесу кристалізації спостерігали візуально. В таблиці 3.4.1 наведена характеристика помадної маси та вплив на неї різної кількості кристалічної глюкози, що додавалася вже в помадний сироп.

Таблиця 3.4.1 – Встановлення раціонального дозування кристалічної глюкози з метою отримання помадної маси на її основі

Зразки помадної маси	Структура помадної маси
Без додавання кристалічної глюкози	Маса залишається аморфною навіть після повного її охолодження
З додаванням 5 % глюкози у вигляді «затравки»	Маса аморфна з опалесценцією, що може свідчити про часткову кристалізацію
З додаванням 10 % глюкози у вигляді «затравки»	Маса дрібнокристалічна пластична
З додаванням 15 % глюкози у вигляді «затравки»	Маса дрібнокристалічна крихка

З внесенням різного дозування глюкози спостерігалось утворення помадної маси з різними характеристиками, так при дозуванні 5 % кристалічної глюкози відбувалася кристалізація невеликої частини глюкози з розчину, але цього було недостатньо, щоб вважати отриману масу масою з кристалічною структурою; при дозуванні глюкози в кількості 10 % до маси помадного сиропу утворювалася помадна маса з пластичною дрібнокристалічною структурою, що наближалася до контрольного зразка помадної маси на сахарозі, а ось при дозуванні глюкози в кількості 15 % помадна маса була занадто крихкою, хоча і дрібнокристалічною. Це можна пояснити тим, що внесення 15 % глюкози спровокувало масову та одночасну кристалізацію глюкози з розчину, за рахунок чого в самій помаді співвідношення фаз було зміщено у бік твердої фази. Виходячи з отриманих результатів, для отримання помадних цукерок на глюкозі вважаємо за потрібне вносити частину глюкози у вигляді кристалів вже в помадний сироп в кількості 10 % до його маси.

З літературних джерел [20,102] відомо, що одним із важливих факторів, які впливають на швидкість кристалізації глюкози є швидкість мутаротації, яка значно залежить від рН розчину. Максимальна її тривалість спостерігається при рН 7,0 і зі зміною рН у кислу або лужну область швидкість процесу зростає,

відповідно, і швидкість кристалізації також збільшується. Оскільки при виробництві помадних цукерок в рецептурах в якості смакових інгредієнтів використовуються харчові кислоти (переважно лимонна), а до складу помадного сиропу входить патока, що має рН в межах 4,6 -4,8 , доцільно було б дослідити вплив показника рН, що зміщений в кислу область, на швидкість кристалізації глюкози. Для цього були проведені експерименти з модельними системами, що представляли собою помадні маси на глюкозі з внесенням 10 % кристалічної глюкози на етапі помадоутворення, для приготування яких використовували водні розчини лимонної кислоти різної концентрації. Експеримент здійснювали за однакових умов приготування помадного сиропу на глюкозі та умов помадоутворення. Значення рН отриманих помадних сиропів змінювалися в діапазоні 2,5...7,0. Результати спостережень представлені на графіку 3.4.2

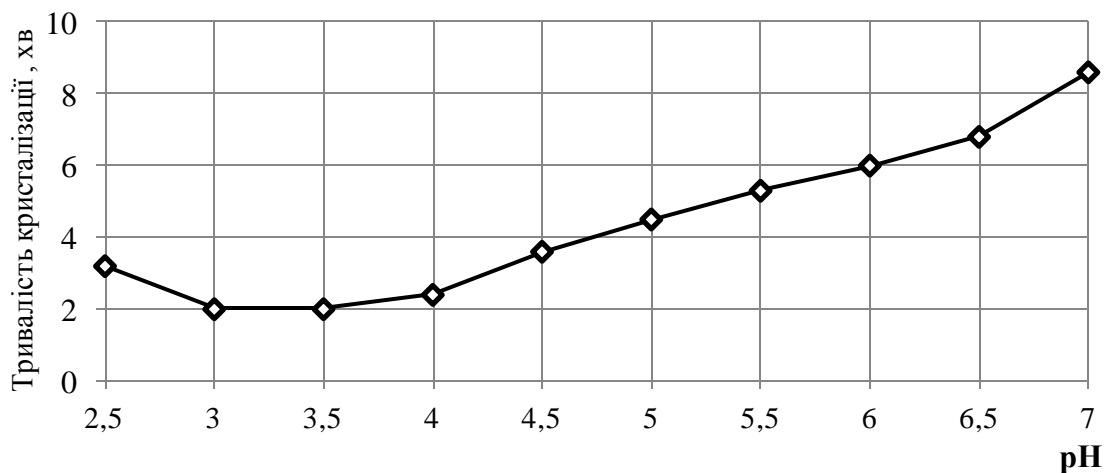
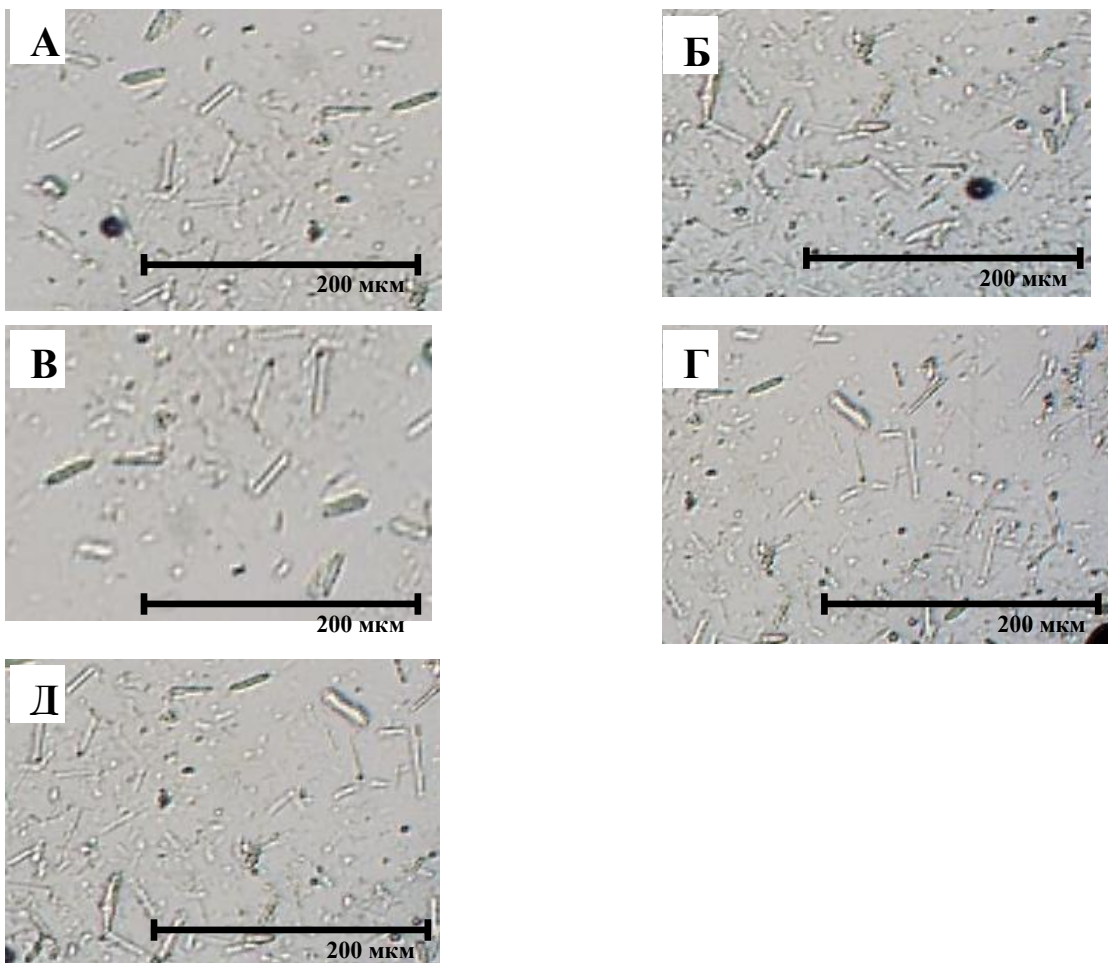


Рис. 3.4.2 - Тривалість утворення глюкозної помади при різних значеннях рН

Згідно отриманих результатів відмічено, що при зниженні значення рН менше 7,0 спостерігається пришвидшення процесу помадоутворення. Найшвидше процес кристалізації глюкози з помадного сиропу спостерігається при рН 3,0-3,5 (тривалість 2,0 хв (120 с)), при продовженні зменшення рН спостерігається вже зворотня тенденція. Отримані нами результати корелюють з дослідженнями вчених, що займаються вивченням механізмів кристалізації глюкози при її промисловому виробництві [102].

При виробництві помадних цукерок на споживчі характеристики виробів важливу роль здійснюють розміри утворених кристалів твердої фази помади. З літературних джерел відомо, що глюкоза володіє явищем поліморфізму і в залежності від умов кристалізації може викристалізуватися в ангідридній чи гідратній формах. Для з'ясування форми глюкози, що викристалізується при приготуванні помадних мас на її основі нами було проведено мікроскопіювання зразків глюкозної помадної маси, що були отримані за різних значень рН. Знімки досліджуваних зразків наведені на рис. 3.4.3.



**Рис. 3.4.3 - Мікроструктура глюкозної помади з різним значенням рН:
А) 3,0 ; Б) 4,0; В) 5,0; Г) 6,0; Д) 7,0**

На основі аналізу представлених зображень зразків глюкозної помадної маси, можна зробити висновок, що зміна рН середовища не буде впливати на її форму, що буде викристалізуватися з розчинів. В усіх зразках помадних мас глюкоза представлена кристалами ангідридної форми у вигляді видовженої призми з кінцевими гемігедральними поверхнями. Відомо [20], що така форма глюкози викристалізується у вигляді однорідних за формою кристалів, що

можна спостерігати на рис. 3.4.3, але володіє низькою гігроскопічністю в порівнянні з гідратною глюкозою, що може стати причиною прискорення десорбційних процесів у цукерках на її основі.

Отримані в ході експериментів дані дозволили нам встановити необхідність внесення кристалічної глюкози на етапі помадозбивання, щоб забезпечити кристалізацію глюкози з розчину і отримання маси дрібнокристалічної структури на її основі. Тривалість процесу помадоутворення маси на основі глюкози відбувається більш повільно, ніж на інших досліджуваних цукрах, але її можна інтенсифікувати, знижуючи рН помадного сиропу до 3,0-3,5. Було встановлено, що навіть при раціональних рН процес помадоутворення відбувається більш повільно в зразках на основі глюкози в порівнянні з контрольним зразком, майже в 1,7 рази.

В традиційній технології приготування помадних цукерок смакові компоненти, в тому числі і кислоти вносяться вже на етапі темперування цукеркових помадних мас, вже після закінчення процесу кристалізації і формування їх дрібнокристалічної структури. Тому для регулювання значень рН помадного сиропу слід шукати інший підхід. Саме тому при розробці рецептури цих цукерок нами запропоновано вводити на етапі приготування рецептурної суміші ягідну сировину, яка б забезпечувала створення відповідного значення рН помадного сиропу та покращувала споживчі характеристики виробів. Знання про те, що кристали твердої фази помади на основі глюкози представлені переважно ангідридною формою дозволяють прогнозувати необхідність використання в рецептурі цукерок гідроколоїдів для гальмування десорбційних процесів в виробках.

Висвітлені в цьому розділі роботи результати стануть підставою для розробки рецептурних композицій цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом та будуть враховані при розробці технічних інструкцій на ці вироби.

Результати досліджень, розглянутих в розділі, опубліковані в працях [28,29,33].

Висновки до розділу 3

1. Вивчення реологічних характеристик водних розчинів різних цукрів та ПД підтвердили закономірності їх зміни в залежності від виду вуглеводу, а також концентрації розчинів та їх температури. Було встановлено, що найнижча в'язкість спостерігається для розчинів на основі моносахаридів, які мають меншу молекулярну масу порівняно із дисахаридами і, відповідно, вищу рухливість молекул. Експериментально визначено зміну показників динамічної в'язкості модельних розчинів на основі комбінацій досліджуваних цукрів і ПД, і з'ясовано, що розчин на основі лактози і фруктози у співвідношенні 1:1 має найближчі показники до значень зразка на сахарозі. Встановлено, що при частковій заміні сахарози на ПД підвищується в'язкість розчину пропорційно внесений ПД.
2. Експериментально підтверджено, що для сиропів на основі різних вуглеводів властива різна температура кипіння. Встановлена температура кипіння модельних розчинів на основі комбінацій досліджуваних вуглеводів. Найвищі температури кипіння мали помадні сиропи на основі моносахаридів, а найнижче значення цього показника було відмічено для сиропу при частковій заміні сахарози ПД. Встановлена пряма залежність тривалості нагрівання помадних сиропів до моменту закипання від їх температури кипіння.
3. Досліджено вплив різних цукрів та полідекстрази на кінцеву температуру уварювання помадних сиропів на основі їх комбінацій. Встановлено, що для отримання помадного сиропу з МЧСР 88-90 % на основі комбінацій лактози і фруктози його потрібно уварити до температури 116-118°C, на основі тагатози і фруктози – до 114-116°C, на основі глюкози – до 120-122°C, на основі сахарози і полідекстрази - до 118-120°C.
4. Експериментальним шляхом досліджено вплив вуглеводних компонентів на швидкість помадоутворення. Серед досліджуваних зразків найшвидше відбувався процес кристалізації зразка на основі комбінації цукрів тагатози та фруктози (9:1), а часткова заміна цукру ПД призводила до

збільшення тривалості цього процесу. Встановлено, що кристалізації глюкози за звичайних умов помадоутворення не відбувається.

5. Встановлена необхідність внесення кристалічної глюкози для провокування процесу кристалізації цього цукру з розчину на етапі помадоутворення. Визначена раціональна кількість кристалічної глюкози, що становить 10% до маси помадного сиропу. Досліджено вплив значення рН помадного сиропу на швидкість кристалізації глюкози, визначено раціональне значення цього показника, що становить 3,0-3,5. Встановлена тривалість процесу помадоутворення зразка на глюкозі та визначено, що цей моносахарид викристалізовується в своїй ангідридній формі.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОЗИЦІЙ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ФОРМУВАННЯ

4.1 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом

4.1.1 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури на основі глюкози

Метою наших досліджень було удосконалення технології виробництва помадних цукерок з повною заміною основного структуроутворювача – цукру білого кристалічного (сахарози) на моносахарид глюкозу.

Для отримання помади з високими показниками якості було проведено комплекс досліджень з метою встановлення раціонального співвідношення рецептурних компонентів та параметрів приготування цукерок.

На першому етапі експерименту було здійснено виготовлення помадної маси з повною заміною цукру білого кристалічного глюкозою з врахуванням досліджень, результати яких були наведені в п.3.4 роботи.

На основі попередніх досліджень які доводять, що процес кристалізації глюкози пришвидшується при підвищенні кислотності її насиченого розчину, було запропоновано ввести в рецептуру цукерок пюре з ягід чорної смородини, оскільки воно має досить високу кислотність, що впливатиме на зниження показника активної кислотності помадного сиропу, пришвидшуючи процес помадоутворення помади на основі глюкози. На нашу думку, використання цього пюре окрім явних технологічних функцій дозволило б розробити виріб з високими споживчими показниками без застосування синтетичних барвників та не потребувало б додаткового внесення лимонної кислоти, щоб стало запорукою високого попиту на виріб особливо серед батьків, що мають дітей раннього віку. Окрім того дане пюре містить значну частку пектинових

речовин, з домінуванням пектину [132], що б могло сприяти гальмуванню десорбційних процесів під час зберігання готових виробів.

В таблиці 4.1.1.1 наведені основні характеристики пюре з ягід чорної смородини, яке було нами використано для розробки рецептурної композиції цукерок на основі глюкози.

Таблиця 4.1.1.1 - Характеристика пюре з ягід чорної смородини
(n=3, p \geq 0,95)

Назва показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, пюреподібна протерта маса
Колір	Однорідний за всією масою, червоно-фіолетовий
Запах і смак	Властивий ягодам чорної смородини, кислуватий
Масова частка сухих речовин, %	10,0 \pm 1,5
Активна кислотність, рН	3,0 \pm 0,1

На першому етапі наших досліджень прагнули встановити раціональний спосіб внесення цього пюре, тобто на якій саме технологічній операції це буде більш доцільним. З одного боку з метою зниження рН помадного сиропу і пришвидшення процесу кристалізації глюкози доцільно вводити пюре на етапі приготування помадного сиропу, з іншого боку, уварювання сиропу з кислим пюре може провокувати частковий гідроліз БАР, якими багата ця ягода. Тому вирішили дослідити можливість внесення пюре як на етапі приготування помадного сиропу, так і на стадії темперування вже цукеркової помадної маси.

Для забезпечення пришвидшення процесу кристалізації глюкози з помадного сиропу доцільно вносити пюре ще на етапі приготування помадного сиропу, однак це могло спровокувати збільшення в'язкості помадного сиропу, за рахунок наявності в пюре вологоутримуючих речовин, і можливого гальмування процесу кристалізації. При внесенні ягідного пюре на етапі темперування був ризик суттєвого послаблення консистенції цукеркової помадної маси, що б могло відобразитися на можливості отримання добре

структурованих виробів після операції формування. Тому дозування ягідного пюре здійснювали в діапазоні 10-25 % до маси глюкози.

В таблиці 4.1.1.2 наведені результати по встановленню раціонального дозування пюре з ягід чорної смородини та способу його внесення.

Таблиця 4.1.1.2 - Вплив різної кількості пюре з ягід чорної смородини та способу його внесення на структуру цукерок кристалічної структури на основі глюкози

(n=3, p≥0,95)

Зразки цукерок	Технологічні параметри				Характеристика свіже виготовлених зразків цукерок
	Температура уварювання помадного сиропу, °C	Значення рН помадного сиропу	Тривалість збивання, с	Тривалість структуроутворення, год	
Без додавання пюре	120±1,0	3,8	140-145	0,05 – 0,08	Дрібнокристалічна, з помірним солодким смаком
Внесення пюре з ягід чорної смородини на стадії уварювання помадного сиропу					
10 % пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,55	130-140	0,1-0,11	Ніжна, дрібнокристалічна, блідого кольору, з слабко-вираженим смаком і ароматом ягоди
15 % пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,45	120-130	0,1-0,11	Ніжна, дрібнокристалічна, блідого кольору, з наявним смаком і ароматом ягоди
20 % пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,35	100-110	0,12-0,13	Дрібнокристалічна, ніжна консистенція, яскравого кольору, з присмним смаком і ароматом ягоди

Продовження таблиці 4.1.1.2

25% пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,25	160-180	0,2-0,25	Ніжна, дрібнокристалічна, м'якої консистенції
Внесення пюре з ягід чорної смородини на стадії темперування цукеркової помадної маси					
Зразки цукерок	Температура уварювання помадного сиропу, °С	Значення рН помадної маси	Температура формування маси, °С	Тривалість структуроутворення, год	Характеристика свіже виготовлених зразків цукерок
10 % пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,64	64±1,0	0,9-1,2	Ніжна, дрібнокристалічна, м'якої консистенції, з липкою поверхнею
15 % пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,50	64±1,0	2,0-2,3	Ніжна, дрібнокристалічна, м'якої консистенції, з липкою поверхнею
20 % пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,42	64±1,0	6,0 - 6,6	Аморфна
25% пюре з ягід чорної смородини	120±1,0	3,30	64±1,0	-	Маса не кристалізується

Аналізуючи результати наведені в таблиці 4.1.1.2 спостерігаємо оберненопропорційний вплив внесення пюре з ягід чорної смородини на значення рН помадного сиропу та тривалість операції помадоутворення в межах дозування 10-20 %; при збільшенні дозування понад 25 % спостерігалось зростання тривалості збивання, що, напевно, можна пояснити збільшенням в'язкості помадного сиропу за рахунок збільшення частки водозв'язуючих речовин та послаблення консистенції отриманих зразків помадних цукерок. Також внесення ягідного пюре на стадії приготування помадного сиропу практично не вплинуло на тривалість стадії вистоювання зразків цукерок в формах, чого не можна сказати про спосіб внесення пюре на стадії

темперування цукеркової помадної маси. Тому, аналізуючи вплив дозування пюре на тривалість кристалізації та враховуючи органолептичні показники виробів: консистенцію, колір, смак та аромат було визначено раціональне дозування пюре на етапі приготування помадного сиропу в кількості 20 % до маси глюкози.

Аналізуючи дані таблиці 4.1.1.2 вважаємо внесення пюре на етапі темперування помадної маси взагалі недоцільним, так як дозування його вже в кількості 10 % буде суттєво впливати на тривалість структуроутворення виробів в формах, збільшуючи її прямопропорційно внесенню кількості пюре. Згідно значень таблиці 4.1.1.2 видно, що при дозуванні 20 % пюре смородини на стадії темперування процес структуроутворення виробів в формах проходить близько 6 год. На нашу думку, це пов'язано з тим, що використання пюре із високою масовою часткою вологи на етапі темперування провокуватиме зсув рівноваги між рідкою та твердою фазами помади у бік першої. Збільшення частки рідкої фази викликати часткове розчинення вже утворених кристалів глюкози твердої фази помади і буде гальмувати формування кристалічного каркасу помади і набуття достатньої міцності виробами. Тому на етапі темперування доцільно використовувати фруктову-ягідну сировину у вигляді припасів (підварів) з високим вмістом сухих речовин в них.

При спостереженні за зразками цукерок під час зберігання виявилася суттєва зміна в їх консистенції протягом перших днів зберігання непакованими. Особливо помітно це спостерігалось в зразку виробів на основі глюкози без додавання пюре. Вже на наступний день зразки глюкозної помади були дуже тверді з відчутними органолептично кристалами глюкози, що надавало консистенції певної «піщанистості». Напевно це спричинене тим, що глюкоза є практично негігроскопічним цукром [86], що призводило під час зберігання виробів до суттєвих десорбційних процесів. Видалення вологи з рідкої фази помади переводило її в пересичений стан, що провокувало збільшення розмірів вже існуючих кристалів глюкози, які дуже відчувалися органолептично. В зразках з додаванням пюре цей процес теж спостерігався, хоча з деякою

затримкою в часі, що можна пояснити гальмуванням небажаних десорбційних процесів наявними в рідкій фазі помади вологоутримуючими компонентами ягідного пюре (пектин, пектинові речовини, клітковина). Однак, невеликий термін зберігання початкової консистенції помади на основі глюкози підштовхував до пошуків шляхів його збільшення за рахунок застосування відповідних технологічних прийомів, що пов'язані з удосконаленням рецептурної композиції цих виробів.

Тому наступним нашим завданням було здійснення підбору рецептурного компоненту і встановлення раціональної його кількості для збереження початкової дрібнокристалічної структури помадної маси на глюкозі під час зберігання.

З літературних джерел відомо [15], що для подовження терміну зберігання неглазованих помадних цукерок доцільно вносити в їх рецептуру гігроскопічні речовини, а саме моносахарид фруктозу, поліоли – сорбіт, ксиліт; застосовувати фермент інвертазу, яка б забезпечувала поступовий гідроліз сахарози вже на етапі зберігання помадних цукерок на основі цукрової помади. Також для гальмування процесу «черствіння» помадних цукерок доцільним є внесення в рецептуру цукерок вологоутримуючих речовин.

Спираючись на аналіз попереднього досвіду в питанні гальмування небажаних десорбційних процесів нами запропоновано вносити в рецептуру цукерок гідроколоїд желатин, що характеризується високою вологозв'язуючою здатністю, і який широко використовується в кондитерській галузі як компонент, що може надавати виробам жувальної консистенції. Желатин доцільно вносити на стадії темперування цукеркової помадної маси, оскільки внесення желатину на стадії приготування помадного сиропу не є доцільним, так як тоді унеможлиблюється уварювання помадного сиропу до відповідної масової частки сухих речовин з метою отримання пересиченого сиропу, а збільшення в'язкості цього напівфабрикату унеможлилювало б процес помадоутворення. Внесення желатину доцільно проводити на стадії темперування, коли вже сформувалась тверда фаза помади у вигляді дрібних

кристалів, а желатин би розподілявся в рідкій фазі помади, збільшуючи її в'язкість та зменшуючи кількість вільної вологи в ній, за рахунок цього гальмувався процес «черствіння» готових виробів. Желатин доцільно застосовувати в гідратованому вигляді і вносити до цукеркової помадної маси у вигляді желатинової маси. Тому доцільним було провести дослідження для встановлення раціонального гідромодулю для гідратації цього гідроколоїду.

Вибір раціонального дозування желатину був зроблений на основі досвіду попередніх досліджень щодо застосування цього компонента в технології класичних помадних цукерок [35]. Він становив 3,0 % до рецептурної кількості глюкози. Підбір раціонального гідромодулю для гідратації желатину проводили в межах від 2 до 10 частин води на 1 частину желатину. Результати спостережень наведені в таблиці 4.1.1.3.

Таблиця 4.1.1.3 – Вплив гідромодуля желатинової маси на тривалість структуроутворення цукерок на основі глюкози та зміну їх консистенції під час зберігання

(n=3, p≥0,95)

Гідромодуль при приготуванні желатинової маси	Консистенція маси при відливанні	Тривалість структуроутворення, год	Консистенція свіжевиготовлених зразків цукерок	Консистенція зразків цукерок через 7 діб зберігання непакованими
2	В'язка	0,12 -0,13	Дрібно кристалічна	Грубо кристалічна
3	Рідка	0,12-0,13	Дрібно кристалічна	Дрібно кристалічна
5	Рідка	0,65-0,7	Дрібно кристалічна	Дрібно кристалічна
7	Рідка	1,0-1,2	Дрібно Кристалічна, м'яка	Дрібно кристалічна
10	Дуже рідка	Структуроутворення корпусів не відбулося	-	-

При аналізі таблиці 4.1.1.3 бачимо, що при приготуванні желатинової маси з ГМ вище 7 консистенція цукеркової маси сильно розріджується, за рахунок внесення значної кількості вологи з желатиновою масою, що впливає на в'язкість цукеркової маси, а особливо на можливість структуроутворення

виробів в формах. При $ГМ = 7$ цей процес триває 1,0-1,2 год, а при $ГМ = 10$, структуроутворення корпусів взагалі не відбувається. Дослідження з $ГМ = 2$ показали, що желатинова маса буде часткового збільшувати в'язкість цукеркової маси, що ускладнює формування виробів, а під час зберігання цукерки швидше збільшують свою твердість ніж при внесенні желатинової маси з $ГМ = 3$ та $ГМ = 5$. З цих двох зразків нами було обраний як раціональний $ГМ = 3$, так як це дозволяє досягти бажаного ефекту збереження дрібнокристалічної консистенції виробів і мати меншу тривалість структуроутворення (7-8 хв) корпусів цукерок, ніж при приготуванні желатинової маси з $ГМ = 5$ (39 -42 хв).

Окрім застосування в рецептурі цукерок на основі глюкози желатину нами пропонується на етапі темперування виробів вносити до цукеркової маси вершкове масло. Цей компонент буде впливати на покращення органолептичних показників виробів і надавати їм ягідно-вершкового смаку, а також покращувати процес формування виробів і, в певній мірі, гальмувати їх «черствіння», про що наводиться в працях деяких дослідників [54,106]. Вважається, що жировий компонент утворює тонку плівку на гранях існуючого кристалу цукру, запобігаючи приєднанню нових молекул цукру до існуючого кристалу, тим самим затримуючи збільшення його розмірів. Кількість внесення вершкового масла в рецептурну композицію обрали в кількості 8 % до загальної кількості помадної маси, виходячи з аналізу існуючих рецептур класичних помадних цукерок [90].

Проведені дослідження по розробці рецептурної композиції на основі моносахариду глюкози стали основою для проведення оптимізації її рецептурного складу та параметрів виробництва цукерок з кристалічною структурою, які б наближалися до традиційних помадних.

4.1.2 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури на основі лактози

При розробці помадних цукерок без використання сахарози в якості структуроутворювача варто використовувати цукри, які б здійснювали

позитивний вплив на споживчі властивості виробів, не погіршуючи його якість в цілому. В якості заміника цукру білого кристалічного нами запропоновано використати дисахарид лактозу, загальні характеристики якої зазначені в п.1.4. Особливістю цього цукру є низьке значення глікемічного індексу, що на 33 % нижче цього показника традиційного цукру сахарози. Це робить лактозу перспективним цукром для розробки цукерок зі зниженим показником глікемічності.

На початку наших експериментальних досліджень щодо можливості повної зміни цукру традиційного на лактозу було виготовлено помадну масу за рецептурою класичної цукрової помади, де весь цукор був замінений лактозою. Було встановлено, що така заміна недоцільна, адже отримання дрібнокристалічної помадної маси неможливе, бо спостерігалось утворення маси грубокристалічної консистенції, що не мала нічого спільного з прототипом [44,86]. На нашу думку, це пов'язано з властивостями лактози, яка дуже швидко викристалізовується з пересичених розчинів, бо має найменшу серед цукрів розчинність, утворюючи кристали досить великих розмірів, що надають масі відчутної «зернистої» консистенції, яка під час зберігання виробів ще більше проявляється. Окрім погіршення консистенції маси на лактозі, погіршуються і інші її органолептичні показники, зокрема, смак. Він ледь солодкий, через низький ступінь солодкості цього цукру, що робить можливість заміни сахарози суто на лактозу безперспективною.

Цей факт підштовхнув нас до використання в рецептурах помадних цукерок замість традиційного цукру комбінації цукрів. Для розробки цукерок із застосуванням лактози нами запропоновано використовувати моносахарид фруктозу. Цей вибір обумовлений високою розчинністю фруктози, високим ступенем її солодкості, що дозволив би отримати виріб з солодким смаком, притаманним класичним помадним цукеркам; а низький глікемічний індекс фруктози та лактози дозволив би реалізувати нашу ідею щодо розробки цукерок із низьким показником глікемічності. За рахунок своєї високої гігроскопічності фруктоза б забезпечувала рівновагу між твердою та рідкою

фазами в готових цукерках під час зберігання і сповільнювала погіршення їх якості [162].

Для встановлення раціонального співвідношення лактози і фруктози в рецептурі цукерок з кристалічною структурою нами була проведена серія експериментів по виготовленню зразків цукерок з різним співвідношенням досліджуваних цукрів. Результати представлені у таблиці 4.1.2.1.

Таблиця 4.1.2.1 - Вплив комбінації лактози з фруктозою на параметри технологічних стадій виготовлення цукерок кристалічної структури та їх якість

(n=3, p≥0,95)

Зразки цукерок	Технологічні параметри				Характеристика свіже-виготовлених зразків цукерок
	Температура уварювання, °С	Тривалість збивання, с	Температура відливання, °С	Тривалість структуроутворення, год	
Класична помада на цукрі	117±1,0	80-85	64±1,0	0,20-0,23	Дрібнокристалічно і консистенції, солодкі на смак
Помадна маса з використанням комбінації цукрів у співвідношенні:					
Лактоза: Фруктоза =4:1	117±1,0	Інтенсивне утворення крупних кристалів лактози, що унеможливує процес збивання та формування виробів	-	-	Грубокристалічна консистенція маси, крейдяний присмак, ледь відчутна солодкість
Лактоза: Фруктоза =1:1	117±1,0	83-84	55±1,0	0,35-0,38	Дрібнокристалічної консистенції з приємним молочним смаком, достатньо солодкі
Лактоза: фруктоза= 2:3	117±1,0	-	51±1,0	4,0-5,0	М'якої, аморфної консистенції, солодкі на смак

Аналізуючи результати проведених лабораторних виготовлень зразків цукерок було встановлено, що раціональним співвідношенням цукрів лактози і фруктози є співвідношення 1:1, що забезпечувало отримання маси кристалічної структури високої якості. При збільшенні частки фруктози більше 50 % в рецептурі цукерок неможливо було отримати цукеркову масу кристалічної структури, вона залишалася аморфною, що можна пояснити більшою

розчинністю фруктози, що зменшує в'язкість рідкої фази і унеможливорює створення умов для самочинної кристалізації; а при зменшенні вмісту фруктози в системі і домінування в ній лактози, маса навпаки ставала грубокристалічної і була низької якості - була ледь солодкою на смак і мала легкий крейдянистий присмак.

Важливим технологічним параметром при приготуванні помадної маси ми виділили температуру уварювання помадного сиропу, яка забезпечує утворення пересиченого розчину необхідного для проходження кристалізації цукрів. Згідно даних наведених у таблиці 4.1.2.1, можна зробити висновок, що температура уварювання помадного сиропу для комбінації лактози і фруктози у співвідношенні 1:1 не потребує корегування режимів в порівнянні з контрольним зразком на сахарозі та забезпечує проходження процесу самочинної кристалізації на етапі помадоутворення маси. Отримані результати повністю корелюються з нашими дослідженнями, результати яких наведені в п.3.4 роботи.

Також експериментально було встановлено, що тривалість збивання помадного сиропу на основі раціонального співвідношення лактози і фруктози практично співпадає з тривалістю помадоутворення контрольного зразка. На нашу думку, це пов'язано з тим, що досліджувані помадні сиропи мають схожі характеристики помадних сиропів: значення ступеню пересичення, в'язкість, концентрацію сухих речовин, які комплексно впливають на кінетику помадоутворення. Отримані результати дозволяють прогнозувати можливість виготовлення цих цукерок на існуючому технологічному обладнанні без суттєвого корегування режимів уварювання та збивання помади, що є досить позитивним аспектом.

При використанні комбінації цукрів лактози і фруктози у співвідношенні 1:1 нами було відмічено зменшення в'язкості отриманої цукеркової помадної маси на етапі темперування. Це можна пояснити наявністю в системі високорозчинного цукру фруктози, що призводить до зміщення її рівноваги в бік рідкої фази, і зменшення кількості твердої фази помади, що, напевно,

представлена, суто кристалами малорозчинної лактози. Викристалізацію лише лактози на етапі помадоутворення цих цукерок бажано було б підтвердити відповідними дослідженнями. Зниження в'язкості цукеркової маси дозволило регулювати режими темперування в бік зменшення температури без погіршення процесу формування цукерок шляхом відливання. Експериментально було встановлено, що температуру стадії темперування помадної цукеркової маси на основі комбінації лактози і фруктози можна знизити на 6-8 % в порівнянні з контрольним зразком. З одного боку, цей технологічний аспект дозволяє знизити рівень енерговитрат на цій технологічній операції, однак збільшення кількості рідкої фази в помадній масі впливає на тривалість стадії структуроутворення цукерок. Це підтверджується результатами дослідження цієї операції (табл. 4.1.2.1), згідно яких структуроутворення цукерок на основі комбінації лактози і фруктози потребувало збільшення тривалості вистоювання в 1,5 рази при порівнянні з контрольним зразком.

З метою інтенсифікації цієї технологічної операції нами запропоновано введення в помадний сироп перед початком його збивання та охолодження какао порошку. На нашу думку, за рахунок високої здатності цього інгредієнту зв'язувати вологу помадного сиропу він буде сприяти збільшенню пересичення помадного сиропу і викристалізації більшої кількості лактози у вигляді кристалів твердої фази, що забезпечить збільшення її загальної кількості в системі, а отже дозволить відбуватися процесу структуроутворення за короткий час. В той же час, внесення какао-порошку буде впливати і на в'язкість рідкої фази помади, збільшуючи її, що позитивно впливатиме як на процес структуроутворення так і гальмування десорбційних процесів на етапі зберігання цукерок. Окрім технологічної доцільності, застосування какао-порошку дозволить покращити такі органолептичні показники виробів як смак, запах та колір. Поєднання молочного смаку зі смаком какао-порошку дозволить отримати гармонійний флейвор при споживанні виробів.

Раціональне дозування какао-порошку було встановлено на основі його впливу на стадію структуроутворення цукерок, а також дегустаційної оцінки зразків групою експертів. Вплив внесення какао-порошку на параметри технологічних стадій виготовлення цукерок кристалічної структури та на органолептичні показники наведено в таблиці 4.1.2.2.

Таблиця 4.1.2.2 - Вплив внесення какао порошку на параметри технологічних стадій виготовлення цукерок кристалічної структури на основі лактози і фруктози та їх якість

(n=3, p≥0,95)

Зразки цукерок на основі комбінації лактози: фруктози у співвідношенні 1:1	Технологічні параметри				Характеристика свіже-виготовлених зразків цукерок
	Температура уварювання, °С	Тривалість збивання, с	Температура відливання, °С	Тривалість структуроутворення, год	
Без додавання какао-порошку	117±1,0	85±2,0	55±1,0	0,35-0,38	Дрібно кристалічна з приємним молочним смаком
З додаванням 2 % какао-порошку	117±1,0	83±2,0	55±1,0	0,30-0,33	Дрібно кристалічна з приємним молочним і ледь шоколадним смаком
З додаванням 4 % какао-порошку	117±1,0	77±2,0	60±1,0	0,25-0,30	Дрібно-кристалічна з приємним молочно-шоколадним смаком
З додаванням 8 % какао порошку	117±1,0	75±2,0	64±1,0	0,20-0,22	Дрібно кристалічна з інтенсивним шоколадним смаком

Аналізуючи отримані результати бачимо, що наші очікування щодо впливу какао-порошку на тривалість структуроутворення повністю виправдались.

Тривалість цієї операції скорочувалася прямопропорційно збільшенню кількості какао-порошку, який дозували в кількості від 2 до 8 % до помадної маси. Зразок з дозуванням какао порошку в кількості 8 % за показником тривалості вистоювання мав однакові значення з контрольним зразком цукерок на основі цукру білого кристалічного, однак флейвор зразка був дещо гіршим, ніж в зразках з меншою кількістю какао-порошку. Враховуючи важливість отримання виробів з високими споживчими характеристиками нами визначено раціональним дозування какао порошку в кількості 4 %, що дозволило інтенсифікувати процес структуроутворення майже на 25 % в порівнянні зі зразком цукерок без додавання какао порошку і забезпечити отримання високої оцінки його органолептичних показників. Також було відмічено, що збільшення дозування какао порошку викликало необхідність незначного підвищення температури темперування цукеркових мас, однак ці температури були нижчими за температуру темперування контрольного зразка на основі сахарози.

Отже, проведені дослідження дозволили розробити рецептурну композицію на основі двох цукрів лактози і фруктози з врахуванням технологічних властивостей кожного і встановити можливість внесення какао порошку на етапі утворення помадної маси з метою корегування її властивостей і режимів процесу структуроутворення розроблених цукерок. Отримані дані лягли в основу оптимізації рецептури цукерок кристалічної структури на основі лактози і фруктози.

4.1.3 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури на основі тагатози

Проаналізувавши властивості тагатози, зазначені в п.1.5 варто відмітити, що даний цукор є досить перспективним заміником сахарози у технології кондитерських виробів, так як його використання забезпечуватиме одночасне зниження як показника глікемічності, так калорійності готового виробу. Аналізуючи досвід застосування тагатози при виробництві різних груп

кондитерських виробів не було знайдено інформації щодо її застосування при виробництві цукерок кристалічної структури. Саме тому необхідно було на початковому етапі розробки рецептурної композиції дослідити можливість утворення тагатозою дрібнокристалічної маси за технологією отримання помадних мас, а потім дослідити необхідність корегування режимів приготування виробів на її основі.

Основною метою експерименту було отримання помадної маси на основі тагатози, яка б за своїми органолептичними показниками і консистенцією наближалася до зразка класичної помади на цукрі. Так як тагатоza за своїми технологічними показниками наближається до показників сахарози (табл. 1.4.1), то на початку експериментальних досліджень було виготовлено масу з повною заміною цукру білого кристалічного тагатозою за технологією класичної цукрової помади. Помадний сироп на основі тагатози під час охолодження та інтенсивного перемішування перетворювався в кристалічну масу, але дисперсність кристалів її твердої фази була такою, що кристали відчувалися органолептично, що значно знижувало якість отриманої помади. На нашу думку, це пов'язано з тим, що тагатоza, маючи дещо нижчу розчинність ніж сахароза, при зниженні температури сиропу на етапі помадоутворення спричиняє інтенсивний ріст кристалів, які на момент закінчення помадоутворення досягають розмірів відчутних органолептично. Використовуючи позитивний досвід використання фруктози з метою корегування кристалічності помадної маси на основі лактози було вирішено застосувати цей підхід і для цукерок на основі тагатози. Для цього виготовлялися зразки цукерок з різним співвідношенням тагатози і фруктози. Фіксувалися параметри їх виготовлення та оцінювалася якість отриманих зразків з акцентом на органолептичні показники і консистенцію. Результати цих досліджень представлені в таблиці 4.1.3.1.

Згідно аналізу даних представлених у таблиці 4.1.3.1 було встановлено, що раціональним співвідношенням цукрів тагатози і фруктози є співвідношення

9:1 відповідно, що дозволяло отримати масу кристалічної структури подібну до класичної цукрової помади.

Таблиця 4.1.3.1 - Вплив комбінації тагатози і фруктози на параметри технологічних стадій виготовлення цукерок кристалічної структури та їх якість

(n=3, p≥0,95)

Зразки цукерок	Технологічні параметри				Характеристика свіже-виготовлених зразків цукерок
	Температура уварювання, °С	Тривалість збивання, с	Температура відливання, °С	Тривалість структуроутворення, год	
Класична помада на цукрі	117±1,0	80-85	64±1,0	0,20-0,23	Дрібнокристалічної консистенції, солодкі на смак
Помадна маса з використанням комбінації цукрів тагатози та фруктози:					
Тагатоza	117±1,0	90-95	60±1,0	0,20- 0,22	Зразки з кристалами, що відчуються органолептично
Тагатоza 50% + Фруктоza 50 %	117±1,0	80-85	55±1,0	-	Вироби аморфної структури, не тримають форму після вистоювання
Тагатоza 95% + Фруктоza 5%	116±1,0	80-85	59±1,0	0,25-0,27	Вироби з органолептично відчутними кристалами
Тагатоza 90% + Фруктоza 10 %	115±1,0	80-82	59±1,0	0,25-0,28	Вироби на основі маси, кристали якої не відчуються органолептично, танучої консистенції

При збільшенні частки фруктози в рецептурі цукерок ускладнювалася кристалізація менш розчиненої тагатози і формування твердої фази помади, а в зразку при співвідношенні тагатози і фруктози 1:1 взагалі цей процес не відбувся. На нашу думку, це пов'язано з порушенням рівноваги між рідкою та твердою фазами помади. Так, при високому вмісті фруктози, яка має високу

розчинність і не викристалізовується в процесі помадоутворення, рівновага збільшується у бік рідкої фази, не забезпечуючи при цьому необхідного пересичення, яке є рушійною силою кристалізації помадної маси. При недостатньому вмісту фруктози (до 10 %) маса залишалася грубокристалічною і мала крейдянистий присмак, що спостерігалось і в зразку на основі лише тагатози.

Важливим технологічним параметром при приготуванні помадної маси ми виділили температуру уварювання помадного сиропу, яка забезпечує утворення пересиченого розчину необхідного для проходження кристалізації цукрів. Встановлено, що при приготуванні помадного сиропу на основі тагатози з частковою її заміною фруктозою температуру уварювання можна зменшити на 2 °С в порівнянні з параметрами приготування помадного сиропу на сахарозі. Це можна пояснити більш швидким нарощуванням кількості сухих речовин в помадному сиропі на основі комбінації тагатози і фруктози, що повністю корелює з нашими дослідженнями розчинів цих цукрів, що наведені в п. 3.3.

Наступні наші спостереження стосувалися операцій темперування, формування та структуроутворення помадної маси на основі раціонального співвідношення тагатози і фруктози в порівнянні зі зразком класичної помади на сахарозі. Було встановлено, що температуру стадії темперування помадної цукеркової маси на основі цих моносахаридів можна знизити на $5 \pm 1^\circ\text{C}$ по відношенню до температури контрольного зразку, без погіршення процесу формування шляхом відливання. Напевно, це можна пояснити більшою кількістю рідкої фази отриманої помади та її меншою в'язкістю. Таке пояснення корелюється з визначенням показника динамічної в'язкості водного розчину комбінації тагатози і фруктози, що було найменшим серед комбінацій усіх досліджуваних цукрів (дослідження, що наведені в п. 3.1). Щодо тривалості режиму вистоювання, то суттєвих відмінностей між контрольним зразком та зразком на основі комбінації тагатози і фруктози не спостерігалось.

Характерною особливістю виробів із застосуванням тагатози є поява незначного «прохолоджувального» ефекту при споживанні кондитерських виробів на її основі. Цей ефект можна пояснити від'ємним значенням теплоти (ентальпії) розчинення цього цукру, яке становить $-42,3$ кДж/кг [108]. З метою часткового нівелювання цього ефекту та надання виробам привабливих органолептичних показників запропоновано до рецептурної композиції на етапі темперування цукеркової маси вносити фруктовий підвар та жировий інгредієнт. Передбачається, що окрім покращення органолептичних показників цукерок ці рецептурні інгредієнти будуть сприяти збереженню їх початкової якості, стримуючи інтенсивне видалення вологи і збільшення розмірів існуючих кристалів помадної маси. В наших дослідженнях використовували підвар з ягід чорної смородини, а в якості жирового компоненту запропоновано використовувати вершкове масло, але у вигляді топленого масла (безводного молочного жиру). Використання саме топленого масла для цих цукерок було передбачене нами для того, щоб мінімізувати вплив додаткової вологи, яка вноситься зі звичайним вершковим маслом і може в подальшому впливати на процес структуроутворення виробів. Вибір дозування цих компонентів здійснювали на основі аналізу існуючих рецептур помадних цукерок [90], так для підварки воно становило в межах 8 % до цукеркової маси, а для молочного жиру - близько 2 %.

Отримана рецептурна композиція стала передумовою проведення процесу її оптимізації та розробки уніфікованої рецептури цукерок кристалічної структури зниженої калорійності та глікемічності.

4.1.4 Розробка рецептурної композиції цукерок кристалічної структури зі зниженим цукровмістом

При виробництві помадних цукерок, в яких основним інгредієнтом виступає сахароза, що виконує роль не тільки смакового компонента, як носія солодкого смаку, але і безпосередньо є основним структуроутворювачем цього виду цукерок, виникає науковий інтерес щодо можливості зниження

цукровмісту виробів шляхом використання об'ємних наповнювачів, серед яких є харчове волокно полідекстроза. Тому метою наших досліджень було встановлення максимально можливої кількості цукру, що може бути замінена полідекстрозою в рецептурі помадних цукерок без погіршення якості виробів.

Проаналізувавши технологічні властивості полідекстрози, які зазначені в п.1.5 було відмічено, що даний полісахарид не здатний самостійно утворювати кристалічну структуру. Тому нами було проведено серію досліджень для з'ясування впливу різної кількості внесеної полідекстрози, яка використовувалася як замітник сахарози, на процес кристалізації цукру при виробництві помадних цукерок.

В рецептурі цукерок замінювали частину цукру білого кристалічного на полідекстрозу в кількості від 5 до 30 % до рецептурної кількості цукру з перерахунком на сухі речовини. Оскільки полідекстроза має гарну розчинність (80 % при 20°C) її вносили одразу на стадії приготування рецептурної суміші, попередньо змішуючи із цукром білим кристалічним. Результати проведених досліджень по впливу заміни частини цукру ПД на консистенцію цукерок та технологічні параметри їх приготування наведені в табл 4.1.4.1.

Таблиця 4.1.4.1 - Вплив полідекстрози на параметри приготування та якість помадних цукерок

(n=3, p≥0,95)

Зразки виробів із заміною частини цукру ПД в кількості, %	Температура уварювання, °C	Тривалість структуроутворення корпусів, хв	Характеристика консистенції та солодкості помадних цукерок
5	117±1	9	дрібно кристалічна, солодка
10	117±1	8	дрібно кристалічна, солодка
15	118±1	7	дрібно кристалічна, солодка
20	119±1	7	дрібно кристалічна, відчувається менша солодкість виробу
25	119±1	5	дрібно кристалічна, відчувається менша солодкість виробу
30	119±1	35	напівкристалічна, відчувається менша солодкість виробу

Згідно даних представлених у таблиці 4.1.4.1 максимальна кількість заміни сахарози на полідекстрозу без погіршення консистенції помадних цукерок

становить 25 % до початкової кількості цукру білого. При дозуванні полідекстрази в кількості більше 15 % була відмічена необхідність корегування режиму уварювання помадного сиропу, так як зі збільшенням частки високорозчинної полідекстрази для отримання пересиченого розчину сахарози необхідно збільшувати температуру уварювання помадного сиропу.

Зменшення явища кристалізації помадної маси при внесенні полідекстрази в кількості більше 25 % можна пояснити тим, що при зменшенні кількості цукру в системі ускладнюється процес помадоутворення, через те, що концентрація цукру в сиропі зменшується, що викликає утворення невеликої кількості твердої фази. Через це вироби мають напівкристалічну структуру, що в подальшому ускладнює процес їх структуроутворення.

Для забезпечення максимально можливого зниження цукровмісту в класичних помадних цукерках на цукрі необхідно досягнути максимальної заміни його ПД. З цією метою нами було запропоновано додатково вносити в рецептуру виробів структуроутворювач карбоксиметилцелюлозу (КМЦ), що виступала б в якості вологозв'язувального агенту і регулювала ступень насичення рідкої фази помади, забезпечуючи проходження самочинної кристалізації сахарози з неї на етапі структуроутворення корпусів. Такий прийом дозволить збільшити частку твердої фази помади і забезпечити необхідні міцнісні характеристики виробам після їх структуроутворення в формах. Спираючись на попередній досвід використання КМЦ у технології помадних цукерок [99], в наших дослідженнях було використано її дозування у кількості 0,05 % до сумарної маси сахарози та полідекстрази. КМЦ рекомендується вносити в гідратованому вигляді з гідромодулем 1:30 на стадії темперування цукеркової маси. Даний технологічний захід дозволив збільшити максимальне дозування полідекстрази до 30 % до початкової рецептурної кількості цукру з отриманням кристалічної консистенції виробів. Вплив застосування ПД з КМЦ в рецептурі цукерок на їх якість та технологічні параметри виготовлення наведений в таблиці 4.1.4.2.

Таблиця 4.1.4.2 - Вплив ПД і КМЦ на параметри технологічних стадій виготовлення цукерок кристалічної структури та їх якість

(n=3, p≥0,95)

Зразки цукрової помади	Технологічні параметри				Характеристика свіже виготовлених зразків цукерок
	Температура уварювання, °С	Тривалість збивання, с	Температура відливання, °С	Тривалість структуроутворення, год	
Класична помада	117±1,0	80-85	64±1,0	0,20-0,23	Дрібнокристалічної консистенції, солодкі на смак
З 30 %-ю заміною цукру ПД та внесенням 0,05% КМЦ	119±1,0	90-95	69±1,0	0,20-0,23	Дрібнокристалічної «ганучої» консистенції, менш солодкі на смак за контрольний зразок

При приготуванні помадної маси важливим технологічним параметром ми виділили температуру уварювання помадного сиропу, яка забезпечує утворення пересиченого розчину необхідного для проходження кристалізації цукрів. Згідно даних приведених у таблиці 4.1.4.2 можна провести порівняння температури уварювання помадного сиропу на сахарозі (контроль) та із 30 % заміною сахарози на харчове волокно полідекстросу. З отриманих результатів ми бачимо, що температура уварювання помадного сиропу з 30 % ПД потребує її підвищення на 2°С. Це корелює з нашими дослідженнями, наведеними в п 3.3., згідно яких було встановлено, що накопичення необхідного вмісту сухих речовин для сиропу зі зниженим цукровмістом за рахунок використання ПД відбувалося за вищих температур порівняно із контролем.

Додавання ПД призвело до збільшення тривалості процесу помадоутворення на 12,0-12,5 % в порівнянні з контрольним зразком цукрової помади. На нашу думку, це пов'язано із зниженням концентрації цукру в сиропі

та збільшенням його в'язкості, що також сповільнюватиме процес кристалізації цукру з сиропу.

Враховуючи внесення КМЦ на етапі темперування цукеркової помадної маси зі зниженим цукровмістом важливо було дослідити її вплив та вплив ПД на параметри цієї операції. Було встановлено, що температуру стадії темперування помадної цукеркової маси зі зменшеним цукровмістом необхідно підвищити на 5 ± 1 °С, порівнюючи з температурою контрольного зразку, для забезпечення якісного формування виробів. На нашу думку, це зумовлено здатністю ПД, а особливо КМЦ підвищувати в'язкість цукеркової маси, що ускладнює процес формування виробів шляхом відливання помадної маси у форми.

Дослідження режимів структуроутворення показало, що тривалість структуроутворення зразків була однаковою, а це свідчить про те, що застосування КМЦ виявилось доцільним технологічним рішенням.

Отримані зразки помадної маси зі зниженим цукровмістом були приємної дрібнокристалічної консистенції і не мали інтенсивного солодкого смаку, на відміну від контрольного зразка. Для покращення споживчих характеристик виробів нами було запропоновано внести до їх рецептури какао порошок та вершкове масло, взявши за прототип цукерки «Прем'єра» [90]. До складу помадної маси на стадії темперування запропоновано вносити какао-порошок, який пришвидшує процес структуроутворення помадних цукерок, подовжує термін зберігання виробів та надає їм приємного смаку, аромату та кольору, за рахунок чого відпадає необхідність додаткового внесення барвників та ароматизаторів. Рациональне дозування цього інгредієнту було встановлено на основі дегустаційної оцінки і становить 5,0 % до помадної маси. Відомо [54,106], що внесення до складу помадної маси жирового компоненту частково сприяє уповільненню процесу «черствіння» цукерок. Запропоновано в якості жирового компонента вводити вершкове масло 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 цукеркової маси, яка дещо зростає через внесення в рецептуру виробів какао-порошку.

Проведені дослідження по розробці рецептурної композиції помадних цукерок зі зниженим цукровмістом стали основою для здійснення її оптимізації та розробки уніфікованої рецептури і технологічної інструкції на виробі зниженої калорійності та глікемічності.

4.2 Оптимізація рецептурного складу та технології виробництва цукерок кристалічної структури із повною та частковою заміною цукру білого кристалічного

Для забезпечення необхідних показників якості цукерок кристалічної структури було проведено визначення оптимального співвідношення цукрів, внесення фруктово-ягідної сировини та структуроутворювачів, температури уварювання помадного сиропу шляхом використання методики планування багатофакторного експерименту (метод «крутого підйому» – Бокса-Уілсона) [5,43,104]. Критерієм оптимальності був вибраний комплексний показник якості готових цукерок, що враховує органолептичні показники отриманих зразків ($Y = 1.0$). В оцінюванні органолептичних показників виробів брали участь експерти різних вікових груп, а саме магістранти, аспіранти, викладачі кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів ННХТ НУХТ, а також рідні і знайомі автора.

Розрахунок оптимізації рецептурного складу та параметрів виробництва цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів був проведений на ЕОМ у комп'ютерному класі кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ.

Матриця повного трьохфакторного експерименту та результати досліджень залежно від критерію оптимальності наведені у таблиці 4.2.1.

Детальний розрахунок оптимізації та процес визначення оптимальної кількості рецептурних компонентів і режимів уварювання помадних сиропів за програмою «крутого сходження» наведено в додатку А.

За допомогою статистичного методу середніх значень розраховано коефіцієнти рівнянь регресії, що описують процес отримання цукерок кристалічної структури з використанням різних цукрів (таблиця 4.2.2).

Таблиця 4.2.1 – Матриця експерименту та результати оптимізації рецептурного складу та технології виробництва помадних цукерок з різним вуглеводним складом

Параметри	Значення параметрів							
Номер досліду	1	2	3	4	5	6	7	8
Цукерки «Енергійна ягідка» (на глюкозі)								
кількість желатину (X_1), %	3,3	3,3	1,7	1,7	3,3	3,3	1,7	1,7
кількість пюре смородини (X_2), %	30	10	30	10	30	10	30	10
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	123	123	123	123	117	117	117	117
КПЯ (У)	0,89	0,78	0,9	0,83	0,94	0,89	0,96	0,92
Цукерки «Молочне сузір'я» (на основі комбінації лактози та фруктози)								
кількість лактози (X_1), %	45	55	45	55	45	55	45	55
кількість какао-порошку (X_2), %	2	6	2	6	2	6	2	6
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	119	119	119	119	115	115	115	115
КПЯ (У)	0,91	0,87	0,97	0,89	0,93	0,88	1,0	0,98
Цукерки «Тагантіні» (на основі комбінації тагатози та фруктози)								
кількість фруктози (X_1), %	5	5	15	15	5	5	15	15
кількість чорносмородинового підвару (X_2), %	6	10	6	10	6	10	6	10
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	117	117	117	117	113	113	113	113
КПЯ (У)	0,92	0,86	0,99	0,94	0,9	0,822	0,94	0,91
Цукерки «Ноктюрн» (на основі комбінації сахарози та полідекстрази)								
кількість полідекстрази (X_1), %	35	35	25	25	35	35	25	25
кількість какао-порошку (X_2), %	7	3	7	3	7	3	7	3
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	122	122	122	122	118	118	118	118
КПЯ (У)	0,92	0,90	0,99	0,96	0,86	0,83	0,98	0,94

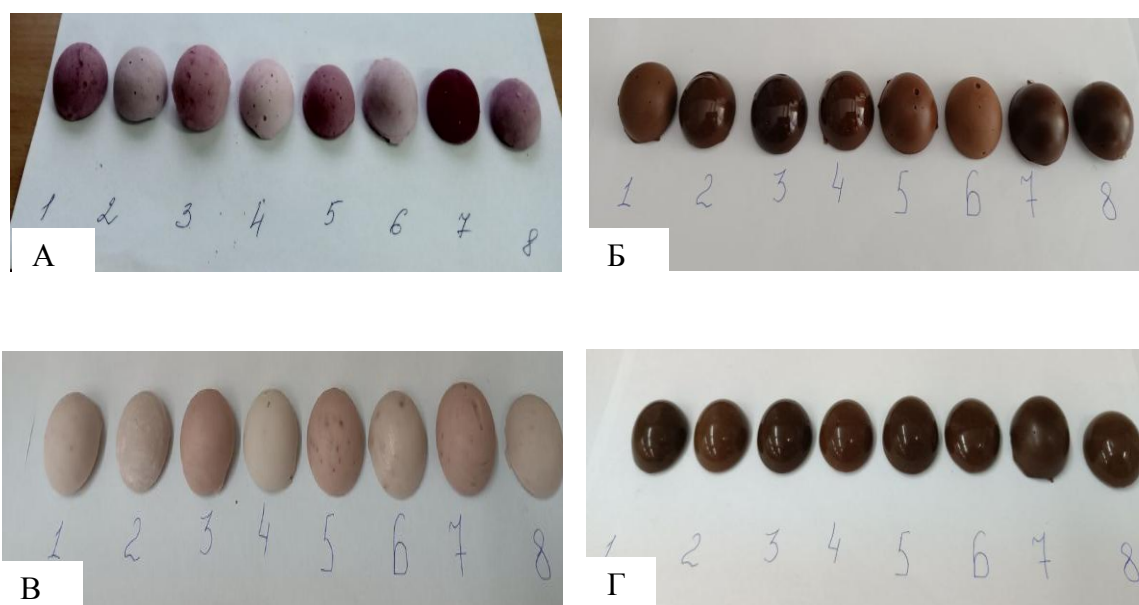


Рис 4.2.1 – Зразки цукерок отримані при проведенні оптимізації: А- Енергійна ягідка; Б - Молочне сузір'я; В - Тагантіні; Г - Ноктюрн

Таблиця 4.2.2 – Рівняння регресії у кодованому вигляді, що описують процес отримання цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом

Назва і склад помадних цукерок	Рівняння регресії в кодованому вигляді
«Енергійна ягідка» (на глюкозі)	$Y = 0,8869 - 0,0144 X_1 + 0,0331 X_2 - 0,0381 X_3$
«Молочне сузір'я» (на основі комбінації лактози та фруктози)	$Y = 0,9244 - 0,0244 X_1 + 0,0306 X_2 - 0,0181 X_3$
«Тагантіні» (на основі комбінації тагатози та фруктози)	$Y = 0,9069 + 0,036 X_1 + 0,027 X_2 + 0,017 X_3$
«Ноктюрн» (на основі комбінації сахарози та полідекстрози)	$Y = 0,9206 - 0,044 X_1 + 0,0169 X_2 - 0,02 X_3$

За критерієм Фішера встановлено адекватність отриманих моделей, що дає змогу рівнянню регресії адекватно описувати даний процес і може бути використане для вибору оптимального дозування рецептурних інгредієнтів при виробництві досліджуваних зразків помадних цукерок та підбору оптимальних параметрів уварювання помадного сиропу.

Для визначення оптимальних факторів оптимізації було використано програму «крутого сходження», за допомогою якої були обрані оптимальні дозування інгредієнтів та визначено режим уварювання сиропу (табл. 4.2.3).

Таблиця 4.2.3 – Оптимальні значення рецептурного складу та температури уварювання цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом

Параметри	Оптимальні значення
Помадні цукерки «Енергійна ягідка» (на глюкозі)	
кількість желатину (X_1), %	2,5
кількість пюре смородини (X_2), %	20,5
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	119,8
КПЯ (У)	0,96
Помадні цукерки «Молочне сузір'я» (на лактозі та фруктозі)	
кількість лактози (X_1), %	49,1
кількість какао-порошку (X_2), %	4,5
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	116,8
КПЯ (У)	0,99
Помадні цукерки «Тагантіні» (на тагатозі та фруктозі)	
кількість фруктози (X_1), %	9,1
кількість смородинового підвару (X_2), %	8,5
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	114,8
КПЯ (У)	0,99
Помадні цукерки «НоктюРН» (на сахарозі та полідекстрозі)	
кількість полідекстрозі (X_1), %	29,1
кількість какао-порошку (X_2), %	5,5
Температура уварювання сиропу (X_3), °C	119,8
КПЯ (У)	0,99

Критерієм оптимальності при проведенні оптимізації був комплексний показник якості, що враховував органолептичні показники виробів. Визначено, для всіх зразків помадних цукерок він знаходиться в межах значень 0,96-0,99, що відповідає високій якості виробів з оцінкою «відмінно».

Отримані оптимальні значення параметрів оптимізації були використані для розрахунку уніфікованих рецептур цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом та враховані при розробці технологічних інструкцій на розроблені вироби.

В таблиці 4.2.4 наведені витрати рецептурних інгредієнтів розроблених цукерок на 1000 кг готової продукції.

Таблиця 4.2.4 – Рецептури цукерок з різним вуглеводним складом

Найменування сировини	Витрати сировини в натурі на 1 т готової продукції, кг			
	<i>«Енергійна ягідка»</i>	<i>«Молочне сузір'я»</i>	<i>«Тагантіні»</i>	<i>«Ноктюрн»</i>
Цукор білий кристалічний	-	-	-	524,39
Глюкоза	822,52	-	-	-
Фруктоза	-	403,15	81,91	-
Лактоза	-	403,15	-	-
Тагатоza	-	-	762,95	-
Полідекстроза	-	-	-	224,74
Патока крохмальна	74,77	100,78	82,5	93,65
Пюре чорної смородини	149,55	-	-	-
Підварка чорносмородинова	-	-	75,49	-
Какао-порошок	-	40,32	-	44,95
Масло вершкове	76,29	-	18,96*	74,91
Желатин	23,37	-	-	-
Карбоксиметилцелюлоза	-	-	-	7,49
Коньяк	-	-	-	0,38
Лимонна кислота	-	-	3,78	-
Ванілін	-	2,45	-	-
* Масло вершкове топлене				

Рецептури розроблених зразків неглазурованих цукерок кристалічної структури були затверджені в установленому порядку спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією Асоціації «Укркондпром» і представлені в додатку Б.

Оптимізація рецептурного складу цукерок з різним вуглеводним складом потребуватиме детального дослідження структурно-механічних властивостей цукеркової помадної маси та готових виробів для можливого корегування параметрів технологічних операцій формування та вистоювання виробів.

4.3 Обґрунтування параметрів операції формування цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом

Традиційним способом формування помадних цукерок, що застосовується в потоково-механізованих лініях є спосіб відливання порції цукеркової помадної маси в форми з наступним вистоюванням. Для забезпечення якісного формування цукерок цим способом важливо надати цукерковій масі відповідної плинності, яку можна регулювати змінюючи температуру самої маси. Під час вистоювання відбувається охолодження корпусів, що супроводжується збільшенням їх міцності за рахунок часткової викристалізації цукру з рідкої фази помади. Вважаємо доцільним розглядати процес формування таких виробів як двостадійну операцію, в якій відбувається стадія відливання (заповнення форм порцією цукеркової маси) та стадія вистоювання (структурування корпусів). Кожна з них потребує ретельного дослідження щодо впливу на її параметри рецептурних компонентів розроблених цукерок на основі різних цукрів.

4.3.1 Дослідження впливу рецептурних компонентів цукерок кристалічної структури на процес їх формування

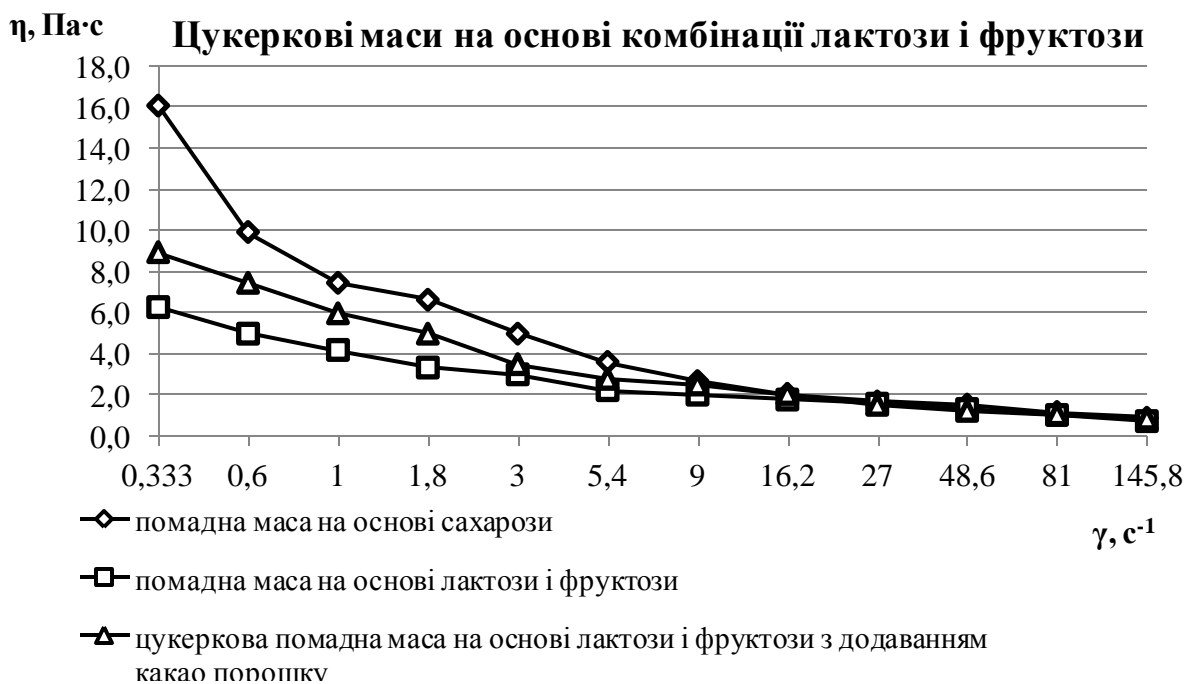
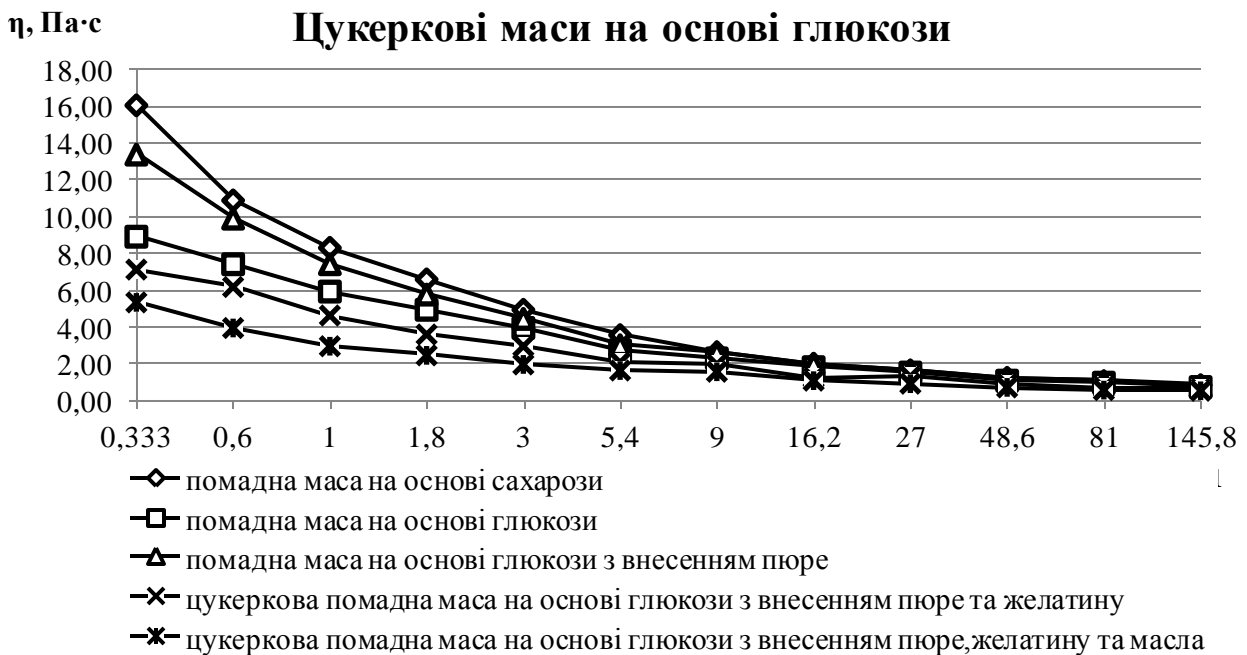
При використанні нетрадиційної сировини в рецептурі помадних цукерок можлива зміна властивостей, як напівфабрикатів, так і готової продукції. Тому, змінюючи рецептурний склад даних цукерок необхідно оцінювати його вплив на реологічні характеристики напівфабрикату цукеркової помадної маси. В процесі формування помадна маса постійно перебуває в стані руху, який супроводжується її деформацією. Для того, щоб викликати течію помадної маси по каналах формуючих машин із заданою швидкістю, необхідно прикласти до неї певні зусилля, які будуть залежати від в'язкості маси [52].

Тому з метою вибору раціональних режимів формування мас кристалічної структури на основі різних цукрів та забезпечення гарної якості готових виробів було проведено вивчення їх в'язкісних характеристик. Дослідження проводили на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2» із застосуванням термостату для забезпечення температури досліджуваних мас в межах 75-80 °С. Діапазон температур був обраний виходячи з рекомендованих режимів, що

характерні для формування класичних помадних цукерок на основі цукрової помади [7].

Визначали ефективну в'язкість напівфабрикату помадної маси для всіх зразків цукерок, а також досліджували вплив на цей показник рецептурної кількості інгредієнтів, що вносилися в помадну масу на етапі її темперування.

На рис 4.3.1.1. наведені графіки залежності ефективної в'язкості досліджуваних помадних і цукеркових мас різного рецептурного складу від швидкості зсуву.



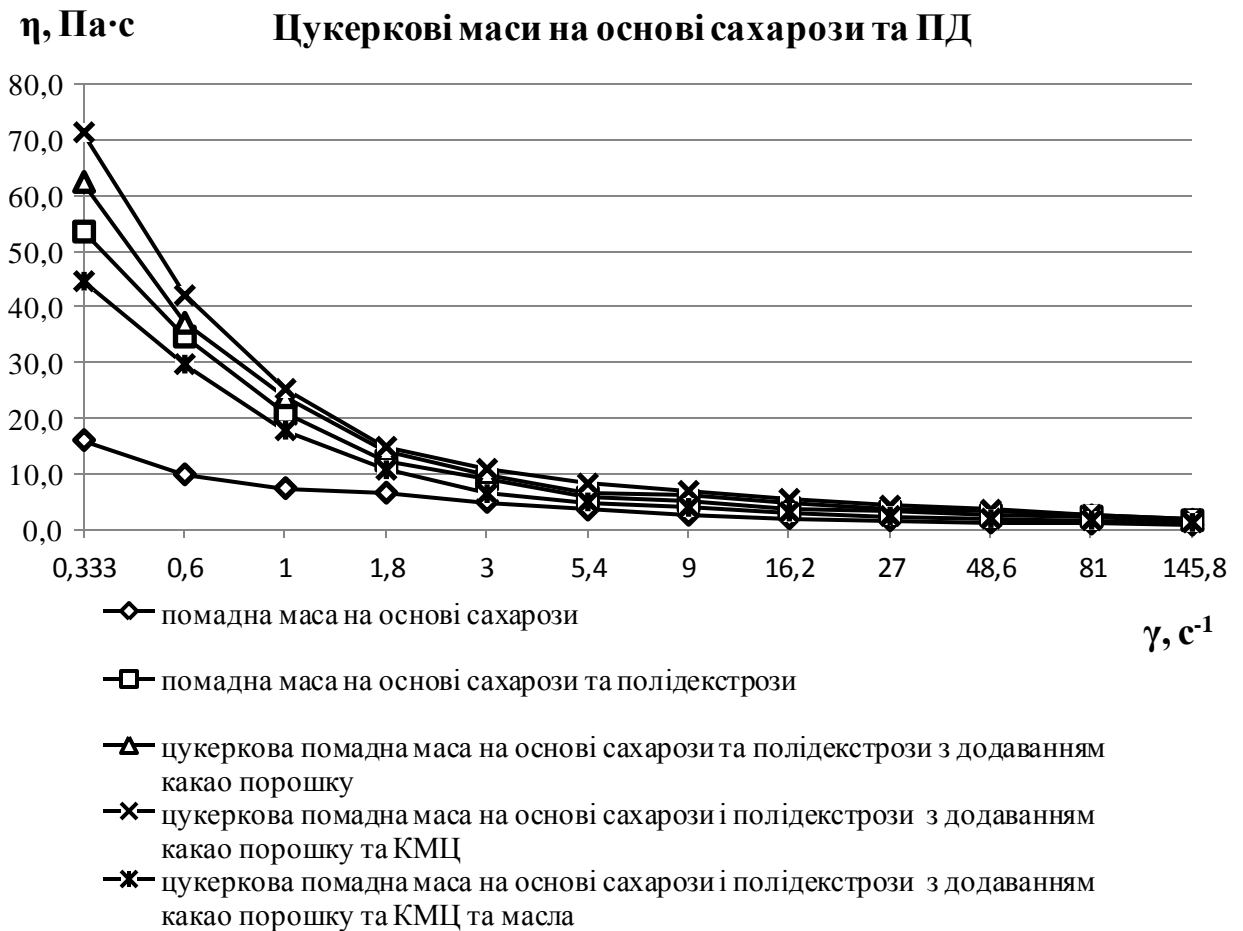
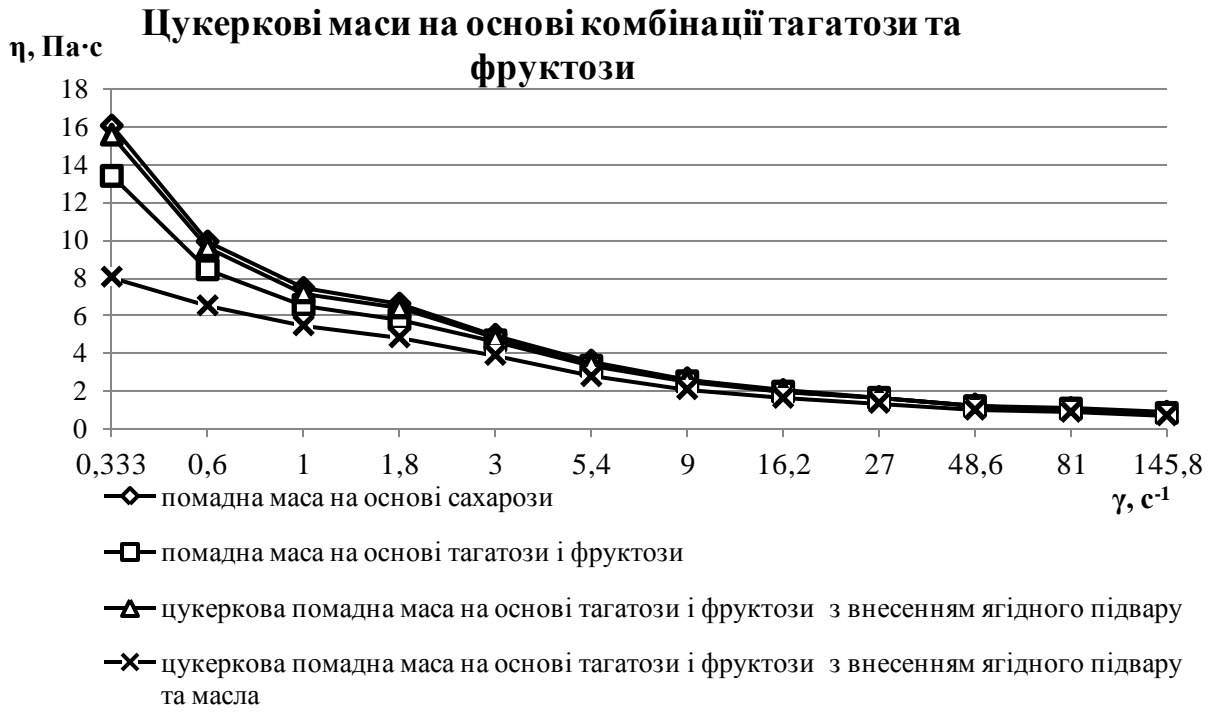


Рис. 4.3.1.1. - Залежність ефективної в'язкості зразків помадної та цукеркової маси на основі різних цукрів від швидкості зсуву

Згідно отриманих даних зображених на рис. 4.3.1.1 можна відмітити, що для всіх зразків цукеркових мас характерна непропорційна залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву, яка властива неньютонівським системам. З графіку видно, що зі збільшенням швидкості до $16,2 \text{ c}^{-1}$ 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 швидкості більше $16,2 \text{ c}^{-1}$ в'язкість помадних мас змінюється назначено, що відповідає в'язкості зруйнованої структури.

Аналізуючи в'язкість саме помадних мас, що виготовлені на основі різних цукрів можна відмітити, що для них зберігається така ж тенденція зміни в'язкості, як і для модельних розчинів цих цукрів, дослідження яких описані в розділі 3.1. Так, початкова в'язкість контрольного зразка становить $16,05 \text{ Па}\cdot\text{с}$, а помадних мас на основі моносахаридів глюкози та комбінації тагатози і фруктози становила $13,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$ та $13,38 \text{ Па}\cdot\text{с}$ відповідно, що на $15,1 \%$ та $16,6 \%$ нижче порівняно із в'язкість контрольного зразка. При дослідженні помадної маси на основі комбінації дисахариду лактози із фруктозою її в'язкість була нижчою відносно контрольного зразка. Так, початкова в'язкість помадної маси на основі лактози і фруктози становила $6,24 \text{ Па}\cdot\text{с}$, що на 61% нижче порівняно із в'язкістю контрольного зразка. На нашу думку, таке суттєве зниження в'язкості помадної маси при температурі $75\text{-}80^\circ\text{C}$ пояснюється підвищеною розчинністю цих цукрів, а також тим, що фруктоза не приймає участі в формуванні твердої фази помади, а становить основу рідкої фази, тим самим зміщуючи рівновагу між твердою і рідкою фазами в бік другої.

В зразку помадної маси з 30% заміною сахарози полідекстрозою спостерігається суттєве збільшення ефективної в'язкості. Так, початкова в'язкість помадної маси на основі сахарози і ПД становила $53,51 \text{ Па}\cdot\text{с}$, що на 70% та вище порівняно із початковою в'язкістю контрольного зразка помадної маси на сахарозі. Це можна пояснити великою молекулярною масою та

високою гідратаційною здатністю полідекстрази, яка збільшується з підвищенням температури, за рахунок чого знижується рухливість молекул рідкої фази помади та суттєво підвищується в'язкість досліджуваної системи.

Присутність в розроблених рецептурах цукерок таких рецептурних компонентів як какао-порошок, КМЦ, фруктово-ягідна сировина впливає на збільшення в'язкості цукеркових помадних мас для всіх досліджуваних зразків, що пояснюється високою гідратаційною здатністю даних видів сировини. Так, використання какао-порошку підвищує в'язкість цукеркових помадних мас на 15-20 %, застосування КМЦ додатково збільшує в'язкість на 10 % ; застосування ягідної сировини (пюре, підвару) підвищує початкову в'язкість на 15-30 %.

В той же час використання гідроколоїду желатину в рецептурі помадних цукерок на основі глюкози забезпечило зниження в'язкості помадної маси на 38 %. На нашу думку, це пов'язано з тим, що по-перше, желатин вносився в гідратованому вигляді, а по-друге, це спричинено зміною просторової структури молекули желатину при нагріванні маси до температури 75-80°C. При збільшенні температури маси вище 40° С колагеноподібна потрійна спіраль перетворюється на окремі неупорядковані спіралі, які можуть набувати різноманітні конфігурації та мати підвищену рухливість [175].

Як і прогнозувалося нами раніше, використання в рецептурі розроблених цукерок жирового компоненту (вершкового масла) забезпечило зниження в'язкості досліджуваних мас на 25-30 % в порівнянні зі зразками без нього, що пояснюється наявністю водної і жирової фази вершкового масла, які являються пластифікаторами структури цукерок [106].

Порівнюючи в'язкість повнокомпонентних цукеркових мас можна відмітити, що цукеркові маси на основі глюкози, тагатози і фруктози, лактози і фруктози мають нижчу в'язкість порівняно із зразком цукеркової маси на сахарозі. Так, початкова в'язкість мас розроблених зразків була нижчою порівняно із контрольним зразком на 60 %, 45 % та 44,5 % відповідно. У зразку з використанням полідекстрази, навпаки, відмічено підвищення в'язкості

цукеркової маси порівняно із контролем на 59-64 %. Так як цей показник буде суттєво впливати на процес формування виробів, важливо дослідити можливість керування ним за рахунок зміни температури цукеркових мас.

Враховуючи вище зазначене, були проведені дослідження зміни динамічної в'язкості розроблених зразків цукеркових мас залежно від зміни їх температури, результати яких наведені в додатку Г.

Таблиця 4.3.1 – Значення початкової ефективної в'язкості зразків цукеркових помадних мас на основі різних цукрів за різних температур

Зразок на основі	Початкова ефективна в'язкість цукеркових мас, Па·с при температурі, °С			
	60-65°С	65-70°С	75-80°С	80-85°С
Глюкози	14,98	10,17	5,35	-
Лактози і фруктози	20,40	15,70	8,92	-
Тагатози і фруктози	18,6	15,25	8,03	-
Сахарози і полідекстрази	-	57,97	44,59	18,1

Їх аналіз показав (табл. 4.3.1.) що значень початкової ефективної в'язкості розроблених зразків цукеркових мас, за яких забезпечується текучість помадної маси каналами цукерковідливальної машини із необхідною швидкістю можна досягнути при нижчих температурах в порівнянні з контрольним зразком цукеркової маси на основі цукрової помади, за виключенням зразка з використанням часткової заміни цукру ПД. Так, встановлено, що формування зразка на основі глюкози можна здійснювати при температурі 60-65°С, забезпечуючи при цьому якісне формування; для зразків на основі комбінацій лактози і фруктози та тагатози і фруктози раціональна температура формування становить 65-70°С. Зниження температури відливання забезпечить зниження енерговитрат на етапі темперування помадних мас та запобігатиме процесу їх перегрівання, що може призводити до виникнення на поверхні цукеркових

корпусів скупчення дрібних кристалів цукрів у вигляді дрібних білих плям, погіршуючи якість виробів в цілому [15].

Для зразка з використанням полідекстрази для полегшення формування маси шляхом відливання необхідно підвищити її температуру до 80-85°C. Цей прийом дозволить знизити в'язкість системи і забезпечити рівномірне розподілення всіх інгредієнтів, які були внесені на етапі темперування, в загальному об'ємі маси. При виготовленні помадних цукерок з використанням полідекстрази було відмічено, що підвищення температури відливання розробленої маси не вплинуло на погіршення якості готового виробу, що можна пояснити високою в'язкістю рідкої фази помади, що гальмувала рекристалізацію сахарози на етапі темперування і наступного вистоювання виробів.

При реологічних дослідженнях особливо важливо отримати достовірні криві течії, що відображають властивості матеріалу при зсуві. Графік залежності граничної напруги зсуву розроблених цукеркових мас та контрольного зразку цукеркової помадної маси від швидкості зсуву наведені на рис. 4.3.1.2.

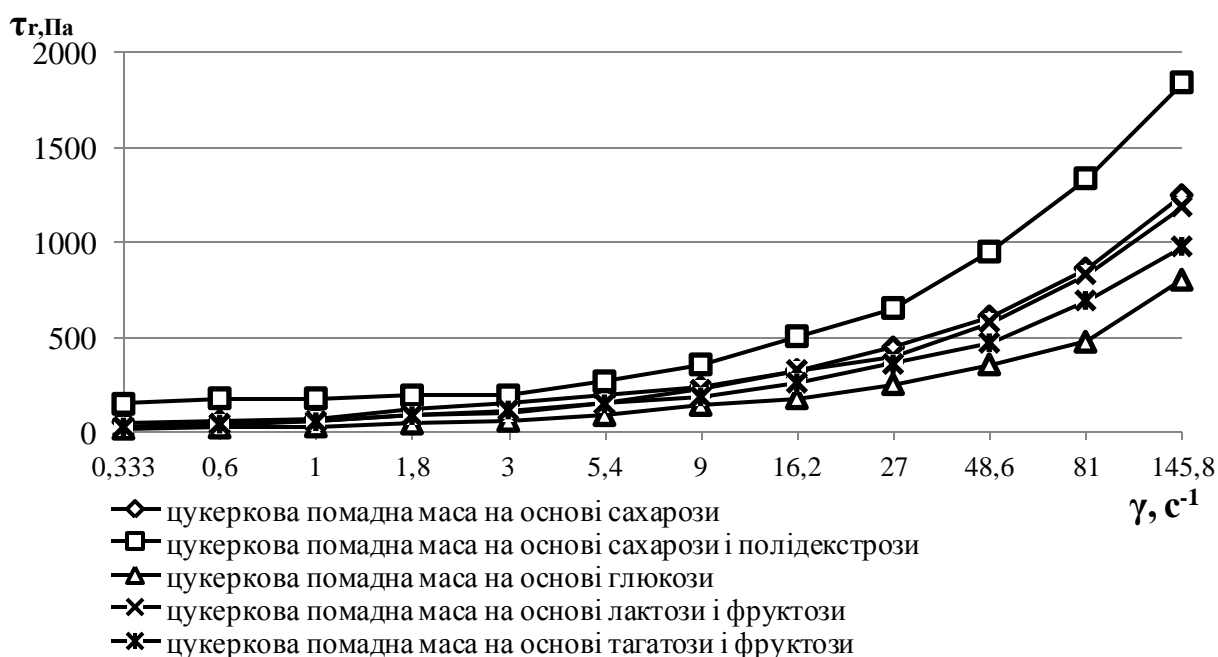


Рис. 4.3.1.2 - Криві течії цукеркових помадних мас з різним вуглеводним складом

Аналіз кривих течії помадних цукеркових мас із змінним вуглеводним складом показав, що для всіх досліджуваних зразків зберігається нелінійна залежність між напругою зсуву та швидкістю зсуву, що притаманне псевдопластичним реологічним тілам. Згідно результатів представлених на графіку 4.3.1.2 можна відмітити, що використання в рецептурі помадних цукерок глюкози; комбінації цукрів тагатози і фруктози; лактози і фруктози забезпечують зниження напруги зсуву помадних мас, при яких відбувається їх течія. Так, при мінімальному значенні швидкості зсуву відмічено зниження їх напруги зсуву на 66,6 %, 50,0 % та 45,4 % відповідно в порівнянні з контрольним зразком. Це дозволить знизити витрати енергоресурсів під час формування цих цукеркових мас. Використання на заміну 30 % цукру полідекстрази матиме протилежний ефект, оскільки за таких же умов зафіксовано підвищення напруги зсуву порівняно із контролем на 64 %.

Особливості реології цукеркових мас зі змінним вуглеводним складом були враховані нами при розробленні технологічних інструкцій на виробі. Визначений для кожної цукеркової маси інтервал температур дозволить раціонально використовувати енергозатрати на етапі темперування та відливання виробів.

4.3.2 Вивчення процесу вистоювання (структурування) цукерок з різним вуглеводним складом

Процес вистоювання після відливання цукеркової маси в форми відіграє важливу роль в утворенні необхідної структури помадних корпусів, набуття ними необхідної міцності, що забезпечуватиме якісну вибірку з форм, що в подальшому впливатиме на збереження високих органолептичних показників готових цукерок. Оскільки в розроблених рецептурах містяться цукри, які мають різну швидкість викристалізації, а також наявний полісахарид полідекстроза, яка здатна гальмувати процес кристалізації сахарози, виникає необхідність дослідити їх вплив на процес структурування та встановити тривалість вистоювання нових видів цукерок кристалічної структури.

В наших дослідженнях формування виробів здійснювали шляхом відливання, застосовуючи безкрохмальні форми, виготовлені з харчового силікону. Процес структуроутворення корпусів відбувався за температури оточуючого середовища 18-20°C.

Структурно-механічні властивості цукеркових мас характеризуються величиною граничної напруги зсуву щодо проникнення конуса відповідної конфігурації в масу, що є об'єктивною характеристикою, яка відображає опір матеріалу зминанню і зсуву. Про швидкість структуроутворення цукеркових мас можна судити за збільшенням граничної напруги зсуву під час вистоювання зразків у формах [52].

Як видно із рис.4.3.2.1 для усіх досліджуваних зразків цукеркових мас величина граничної напруги зсуву різко збільшується за невеликий проміжок часу, що свідчить про високу швидкість структуроутворення корпусів, що супроводжується збільшенням їх міцності. Але ступінь цього збільшення для кожного зразка є різною.

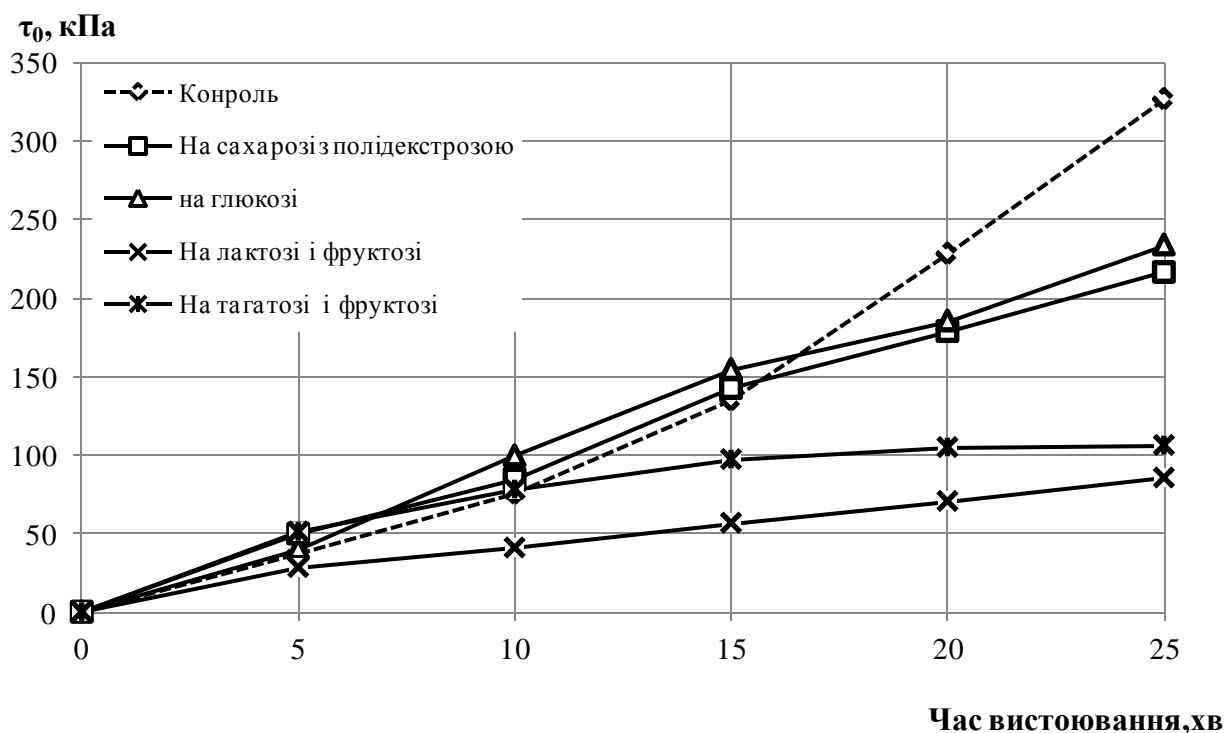


Рис.4.3.2.1 - Зміна граничної напруги зсуву зразків цукерок під час їх вистоювання в силіконових формах

На початковому етапі вистоювання тривалістю до 15 хв корпуси цукерок з частковою заміною цукру полідекстрозою мали дещо більші значення граничної напруги зсуву, ніж контрольний зразок на сахарозі. А вже після 15 хвилин вистоювання спостерігалось стрімке збільшення граничної напруги зсуву саме у контрольному зразку, тоді як в зразку з 30% заміною цукру ПД наростання відбувалося повільніше. На 20 і 25 хв вистоювання значення граничної напруги зсуву в контрольному зразку були на 27,6 % та 33,7 %, відповідно, більше ніж в зразку з ПД. На нашу думку, це пов'язано з тим, що в контрольному зразку відбувається процес утворення нових кристалів сахарози за рахунок охолодження рідкої фази і часткової викристалізації з неї деякої частини сахарози, що призводить до збільшення кількості твердої фази в виробі і проявляється суттєвим збільшенням значення граничної напруги зсуву під час вистоювання зразка. В зразку зі зменшеною кількістю цукру містяться ПД і КМЦ, що знаходяться в рідкій фазі помади. Під час охолодження корпусів збільшується в'язкість рідкої фази і відбувається фіксація існуючих кристалів сахарози твердої фази, що унеможлиблює додаткову викристалізацію нових кристалів і збільшення частки твердої фази вже на етапі вистоювання. На нашу думку, збільшення міцності цього зразка відбувається саме за рахунок охолодження виробів та значного збільшення в'язкості його рідкої фази.

Подібна тенденція відмічається і для дослідного зразку на основі глюкози. На початковому етапі вистоювання тривалістю до 15 хв корпуси цукерок на основі даного моноцукру мали дещо більшу пластичну міцність, ніж зразки, що виготовлені на класичній цукровій помаді. На нашу думку, це пов'язано з тим, що при охолодженні корпусів знижується розчинність глюкози і вона частково викристалізовується з рідкої фази помади, збільшуючи частку твердої фази. Після 15 хвилин вистоювання збільшення граничної напруги зсуву відбувається менш інтенсивно, що на нашу думку, пов'язано із наявністю в рецептурі цукерок на глюкозі желатину та ягідного пюре, які, як і в зразку з полідекстрозою, сприяють збільшенню в'язкості рідкої фази помади, забезпечуючи при цьому зменшення дифузії кристалів цукрів та сповільнення

їх росту, що знижує наростання частки твердої фази помади. Після 20 і 25 хв вистоювання значення граничної напруги зсуву в контрольному зразку були на 19 % та 28 %, відповідно, більше ніж в зразку з глюкозою.

При заміні цукру на комбінацію лактози і фруктози гранична напруга зсуву виробів має менші значення протягом всього часу вистоювання зразків в формах. Так, після 5 хвилин вистоювання в формах значення граничної напруги зсуву в зразку на основі комбінації лактози і фруктози було менше на 24,7 %, а при 25-ти хвилинному вистоюванні – в 3,8 рази менше ніж в контрольному зразку. На нашу думку, це пов'язано зі несуттєвою зміною співвідношення твердої та рідкої фази помадної маси розробленого зразка. Класична помада являє собою дрібні кристали цукру, які огортаються рідкою фазою помади. В процесі вистоювання за рахунок охолодження рідка фаза переходить в пересичений розчин і частина сахарози з нього викристалізовується, збільшуючи частку твердої фази помади, і виріб твердіє [150]. У розробленому зразку за утворення кристалічної структури відповідає лактоза. Фруктоза, маючи високу розчинність, не здатна до кристалізації, тому, в основному, цей цукор формує рідку фазу помади. Володіючи гігроскопічними властивостями фруктоза сорбує вологу з оточуючого середовища і сприяє збереженню міжкристалевого розчину в насиченому стані, перешкоджаючи його переходу в пересичений стан. Це гальмує процес викристалізації лактози з розчину, що й призводить до отримання менших значень граничної напруги зсуву в розробленому зразку помадних цукерок.

Досліджуючи зразок на основі комбінації тагатози та фруктози варто відмітити вищі значення граничної напруги зсуву розробленого зразку в порівнянні з контролем на 3,6 % в проміжку вистоювання до 10 хв, після чого спостерігається зниження даного показника порівняно з контролем. Так, при 25-ти хвилинному вистоюванні гранична напруга зсуву зразку на основі тагатози та фруктози нижче порівняно із міцністю зразка на основі сахарози в 3 рази. На нашу думку, це пов'язано з тим, що на першому етапі структуроутворення тагатоza, маючи нижчу розчинність порівняно з сахарозою,

швидше викристалізовується з пересиченого розчину, що збільшує граничну напругу зсуву, а потім цей процес уповільнюється за рахунок наявності в рецептурі фруктози та ягідного підвару, що знижують інтенсивність викристалізації тагатози з розчину. Варто відмітити, що кількість внесеної фруктози в рецептури цукерок буде напряму впливати на граничну напругу зсуву готового виробу. Найбільше фруктози міститься в зразку на основі комбінації лактози і фруктози і саме цей зразок цукерок буде мати найнижчу граничну напругу зсуву під час всього часу вистоювання у формах.

Виймання корпусів з форм можливе при досягненні ними необхідної міцності. Експериментально встановлено, що досягнення необхідної міцності зразків цукрової помади для їх виймання з форм можливе при значеннях граничної напруги зсуву 60 ± 5 кПа. При аналізі графіку з рисунку 4.3.2.1 відмічаємо, що контрольний зразок помадних цукерок досягає цих значень після 10 хвилин вистоювання, така ж мінімальна тривалість вистоювання буде характерна і в зразку з заміною 30 % цукру полідекстрозою. В зразках виготовлених на основі глюкози та комбінації тагатози і фруктози значення граничної напруги зсуву, що дозволяють здійснювати вибірку виробів з форм досягається через 7 та 8 хв, відповідно. А ось в зразку у на основі лактози і фруктози необхідна міцність досягається лише після 20 хвилин вистоювання в силіконових формах. Після остаточного вистоювання всі досліджувані зразки були добре структуровані, легко виймалися з форм і зберігали свою початкову форму протягом всього терміну зберігання.

Отже, дослідження процесу вистоювання розроблених зразків помадних цукерок показав, що для деяких зразків можливе незначне зменшення тривалості вистоювання, а для зразка на основі лактози і фруктози потребуватиме корегування в бік збільшення. Отримані результати були нами використані для удосконалення технології виготовлення цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів.

При оцінці якості отриманих зразків цукерок вирішальне значення для їх консистенції має 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) [150]. 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 цукерок кристалічної структури. Зображення мікроструктури розроблених зразків наведені на рисунку 4.3.2.2.

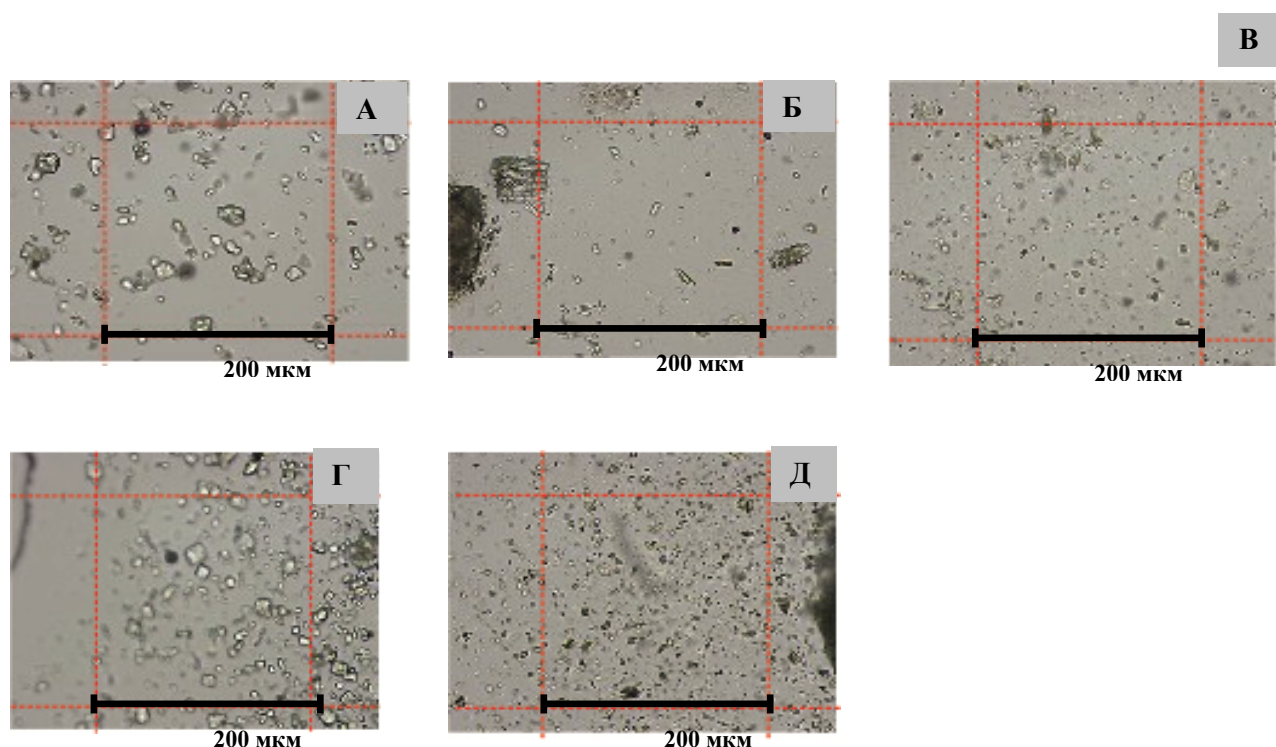


Рис.4.3.2.2 – Мікроструктура зразків помадних цукерок на основі: А- сахарози (контроль); Б - глюкози; В - комбінації лактози і фруктози; Г - комбінації тагатози і фруктози; Д – комбінації сахарози і полідекстрази

На основі представлених зображень за допомогою програми ImageJ було розраховано фракційний склад цукеркових мас розроблених зразків. Результати розрахунків наведені в таблиці 4.3.2.1.

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок про дрібнокристалічну структуру всіх досліджуваних зразків цукерок. Для більшості з них тверда фаза помади представлена розмірами до 20 мкм, що корелюється з органолептичною оцінкою виробів і наявністю у

свіжевиготовлених зразках «танучої» консистенції. Однак розподіл за розмірами кристалів має деякі відмінності для кожного зразка цукеркової маси.

Таблиця 4.3.2.1 - Фракційний склад цукеркових мас кристалічної структури з різним вуглеводним складом

(n=3, p≥0,95)

Розмір кристалів, мкм	Вміст фракцій кристалів різних розмірів, %				
	у зразку цукеркової маси на основі				
	сахарози (контроль)	глюкози	комбінації лактози і фруктози	комбінації тагатози і фруктози	комбінації сахарози і полідекстрази
0-5	2,2	32,3	18,0	7,2	65,5
5-10	53,3	45,2	59,0	45,8	34,5
10-15	34,7	19,4	16,4	39,8	–
15-20	4,32	3,2	6,6	4,8	–
20-25	3,3	-	-	2,4	–
25-30	2,20	-	-	-	–

Для зразка на основі глюкози відмічено збільшення дрібнокристалічної фракції розміром до 10 мкм на 40 % в порівнянні із контрольним зразком, а також встановлена відсутність кристалів із розмірами більше 20 мкм. На нашу думку, це зумовлено внесенням на початку збивання помади «затравки» у вигляді дрібних кристалів глюкози, які провокують одночасне утворення значної кількості центрів кристалізації, що сприятимуть утворенню менших за розміром кристалів. Окрім того, за рахунок наявності пектинових речовин у ягідному пюре відбувається підвищення в'язкості помадного сиропу, в наслідок чого відбувається сповільнення руху молекул глюкози, що спричиняє гальмування зростання утворених кристалів цього моносахариду.

У зразку на основі лактози і фруктози спостерігається подібна ситуація: 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. На нашу думку це спричинено високою розчинністю фруктози та нездатністю її викристалізовуватися із пересичених розчинів, кристали твердої фази, напевно, представлені лише лактозою, але їх розмір

невеликий. Утворення кристалів невеликого розміру можна пояснити тим, що під час охолодження помадного сиропу на першому етапі відбувається утворення кристалів низькорозчинної лактози, але в подальшому вони не збільшують своїх розмірів через затухання процесу кристалізації, за рахунок наявності фруктози, що знижує ступінь пересичення помадного сиропу.

Аналогічна ситуація прослідковується і для зразка на основі комбінації тагатози і фруктози. Однак за рахунок внесення меншої рецептурної кількості високорозчинної фруктози кристалічність даного зразка представлена кристалами більших розмірів. Так, кількість кристалів розмірами до 10 мкм лише на 4,5% менше контрольного зразка, кристали розмірами від 10 до 20 мкм присутні в кількості 44,6 % від загальної кількості кристалів, є незначний відсоток кристалів розмірами від 15 до 20 мкм, однак повністю відсутні кристали із розмірами більше 25 мкм. Порівнюючи фракційний склад кристалів твердої фази цього зразка відмічаємо максимальне наближення до контрольного зразка серед усіх досліджуваних. Така подібність відмічалася і на етапі досліджень ефективної в'язкості цукеркових мас на основі комбінації тагатози і фруктози в порівнянні з контрольним зразком.

Найменші розміри кристалів твердої фази помади відмічалися у зразку з частковою заміною цукру ПД. Згідно результатів мікроскопії встановлено, що кристали цього зразка представлені розмірами до 10 мкм, що в 1,8 разів більше за кількість кристалів таких розмірів в контрольному зразку. Це пояснюється зниженням в помадному сиропі цього зразка концентрації сахарози, яка на етапі помадоутворення викристалізовується у вигляді кристалів дрібних розмірів. Також гальмують збільшення розмірів утворених кристалів сахарози присутні в рецептурі ПД та КМЦ, збільшуючи в'язкість рідкої фази при охолодженні та запобігаючи зростанню кристалів за рахунок сповільнення руху молекул сахарози.

Провівши дослідження мікроструктури отриманих зразків цукерок з різним вуглеводним складом приходимо до висновку, що основна мета

розробки виробів, які будуть наближатися до традиційних помадних цукерок нами досягнута.

Але знаючи про основний недолік традиційних помадних цукерок, що полягає в швидкій втраті вологи та призводить до погіршення їх консистенції, доцільно провести дослідження по вивченню зміни якості розроблених виробів під час зберігання.

Результати досліджень, розглянутих в розділі, опубліковані в працях [25, 31, 34, 55, 56, 57, 58, 64, 70, 71, 74, 76, 77, 78, 80, 87].

Висновки за розділом 4

1. Експериментально встановлено, що для отримання помадної маси на основі глюкози необхідно вносити кристалічну глюкозу на етапі приготування помади для провокування процесу кристалізації її з розчину в кількості 10% до маси помади. Визначено, що на тривалість процесу кристалізації глюкози впливатиме значення рН сиропу. Для інтенсифікації процесу помадоутворення запропоновано вносити пюре з чорної смородини на етапі приготування помадного сиропу, щоб забезпечити раціональне значення $pH = 3,0-3,5$, при якому інтенсифікується кристалізація глюкози. Для збереження дрібнокристалічної консистенції отриманих виробів на основі глюкози запропоновано використовувати желатин в кількості 2,5 % до помадної маси, що вноситься на етапі темперування цукеркової маси у вигляді желатинової маси з гідромодулем 3 та вершкове масло в кількості 8 % до маси цукеркової маси.
2. Експериментально встановлено, що для отримання дрібнокристалічної консистенції цукерок на основі лактози, доцільно її використовувати разом з фруктозою у співвідношенні 1:1. Для інтенсифікації процесу структуроутворення виробів та покращення флейвору виробів запропоновано вносити какао-порошок на етапі збивання помади в кількості 4 % до загальної її маси.
3. Визначено, що для розробки цукерок кристалічної структури зниженої калорійності та глікемічності можливо використовувати цукор тагатозу. Для отримання високодисперсної кристалічної маси цей цукор слід

використовувати в комбінації з фруктозою в співвідношенні 9:1. З метою покращення пластичності цукеркової маси та її органолептичних показників встановлена доцільність введення в рецептуру на стадії темперування рецептурних інгредієнтів – топленого вершкового масла та чорносмородинового підвару.

4. При розробленні помадних цукерок зі зниженим цукровмістом було встановлено, що максимальна кількість сахарози, яку можна замінити полідекстозою становить 30 % за умови додаткового внесення в рецептуру виробів структуроутворювача КМЦ у кількості 0,05 % до сумарної маси сахарози та полідекстози. КМЦ рекомендується вносити в гідратованому вигляді з гідромодулем 1:30 на стадії темперування. З метою розробки виробів без застосування барвників та ароматизаторів підібрано раціональне дозування какао порошку та вершкового масла, що становлять 5 % та 8 %, відповідно, до цукеркової маси.

5. На основі математичного моделювання здійснена оптимізація рецептурного складу розроблених цукерок та встановлена оптимальна температура уварювання помадного сиропу, що знайшло своє відображення при розробці уніфікованих рецептур та технологічних інструкцій на цукерки кристалічної структури на основі різних цукрів.

6. За результатами реологічних досліджень цукеркових помадних мас встановлено вплив рецептурних компонентів на в'язкість помадних мас. Визначено, що розроблені зразки на основі глюкози, комбінацій лактози і фруктози, тагатози і фруктози мали меншу ефективну в'язкість, а зразок зі зниженим цукровмістом за рахунок заміни 30 % цукру ПД мав більшу в'язкість в порівнянні з контрольним зразком. Встановлено, що регулювання в'язкості цукеркових мас можливо шляхом зміни їх температури і для забезпечення якісного процесу формування шляхом відливання визначені раціональні режими процесу темперування: для зразка на глюкозі -60-65°C, для зразку на лактозі і фруктозі - 65-70°C; для зразка на тагатозі і фруктозі – 65-70°C, а для зразку з частковою заміною цукру білого кристалічного ПД – 80-85 °C.

7. При дослідженні граничної напруги зсуву в процесі вистоювання було зафіксовано зниження даного показника для всіх розроблених зразків помадних цукерок. Але для набуття необхідної міцності, що забезпечує якісне виймання виробів з форм лише зразок на основі комбінації лактози і фруктози потребує збільшення тривалості вистоювання в 2 рази в порівнянні з контрольним зразком.

8. Дослідження фракційного складу розроблених цукерок показав, що основна частина твердої фази зразків представлена переважно кристалами розмірами до 20 мкм, що засвідчує високу якість виробів за цією характеристикою за рахунок удосконалення рецептур та технології їх виробництва.

РОЗДІЛ 5

ЯКІСТЬ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ ТА ЇЇ ЗМІНИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ВИРОБІВ

5.1 Відповідність розроблених цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів вимогам нормативної документації

Використання в технології помадних цукерок замість основного компоненту сахарози інших цукрів мало свій вплив на формування їх показників якості, це стосувалася і групи органолептичних показників. Так, використання досліджуваних цукрів, які всі окрім фруктози, мали менший ступінь солодкості порівняно із сахарозою, забезпечувало певне зниження яскраво вираженої солодкості готових виробів, але ця обставина була відмічена експертами під час дегустації в бік покращення смаку розроблених виробів. Подібна зміна смаку спостерігалася і в зразку при частковій заміні сахарози на полідекстрозу, що має ступінь солодкості лише 0,1 од.

Але завдяки розробці рецептур виробів, що містять в своєму складі такі натуральні інгредієнти як какао порошок, ягідна сировина (пюре та підвар з ягід чорної смородини), вершкове масло розроблені цукерки мають яскравий, насичений колір, гарний аромат та приємний смак. Ці рецептурні компоненти окрім покращення органолептичних показників виробів, виконують певні технологічні функції, про які детально наведено в розділі 4, а також збагачують вироби харчовими волокнами, мінеральними речовинами, вітамінами тощо. Розроблені вироби не містять у своєму складі штучних ароматизаторів та барвників, що робить таку продукцію безпечною при споживанні її дітьми.

Згідно стандарту ДСТУ 4135:2021 «Цукерки» для помадних цукерок регламентуються такі органолептичні показники: смак, запах, форма, зовнішній вигляд, але ми проводили органолептичну оцінку з додатковим оцінюванням ще і консистенції виробу, так як вважаємо цей показник важливим для оцінювання якості цукерок саме кристалічної структури. Результати відповідності розроблених цукерок вимогам діючої нормативної документації за групою органолептичних показників наведені в таблиці 5.1.1.

Таблиця 5.1.1 - Органолептичні показники розроблених цукерок кристалічної на основі різних цукрів

Зразок	Характеристика				
	Смак	Запах	Зовнішній вигляд	Форма	Консистенція
Згідно ДСТУ 4135:2021 «Цукерки»	Характерний конкретній назві цукерок, без стороннього присмаку та запаху		Цукерки неглазуровані повинні мати суху не липку поверхню	Відповідна заданій формі	Не нормується
Контрольний зразок помадних цукерок на основі цукрової помади	Надмірно солодкий смак, без стороннього присмаку та запаху		Суха, не липка поверхня, вироби мають біле забарвлення	Кругла, напівсферична	Дрібнокристалічна, кристали твердої фази помади органолептично не відчуються
«Енергійна ягідка» (на основі глюкози)	Ягідний, в міру солодкий смак, без стороннього присмаку та запаху		Суха не липка поверхня, вироби мають ніжно фіолетове забарвлення		Дрібнокристалічна, кристали твердої фази помади органолептично не відчуються
«Молочне сузір'я» (на основі комбінації лактози і фруктози)	Молочно-шоколадний смак, без стороннього присмаку та запаху		Суха не липка поверхня, вироби мають приємне коричневе забарвлення		Ніжна, дрібнокристалічна, кристали твердої фази помади органолептично не відчуються
«Тагантін» (на основі комбінації тагатози і фруктози)	Приємний ягідно-вершковий смак, без стороннього присмаку та запаху		Суха не липка поверхня, вироби мають рожеве забарвлення		Дрібнокристалічна, кристали твердої фази помади органолептично не відчуються
«Ноктюрн» (з 30 %-ю заміною цукру білого кристалічного ПД)	В міру солодкий, шоколадно-молочний смак, без стороннього присмаку та запаху		Суха, не липка поверхня, вироби мають насичене коричневе забарвлення		Дрібнокристалічна, кристали твердої фази помади органолептично не відчуються

Згідно даних представлених в таблиці 5.1.1. можна зробити висновок, що всі досліджувані зразки розроблених цукерок відповідають вимогам нормативної документації за органолептичними показниками якості. Однак, для більш детальної характеристики цих показників з наступним порівнянням було здійснено їх оцінювання за 5-ти бальною шкалою. Оцінювання здійснювалося групою експертів у складі 9 осіб і визначалися середньоарифметичні значення для кожного показника. Відповідно до значень бальної оцінки були побудовані профілограми зразків (рис.5.1.1.), площа яких відповідає значенню комплексного показника якості конкретного виробу.

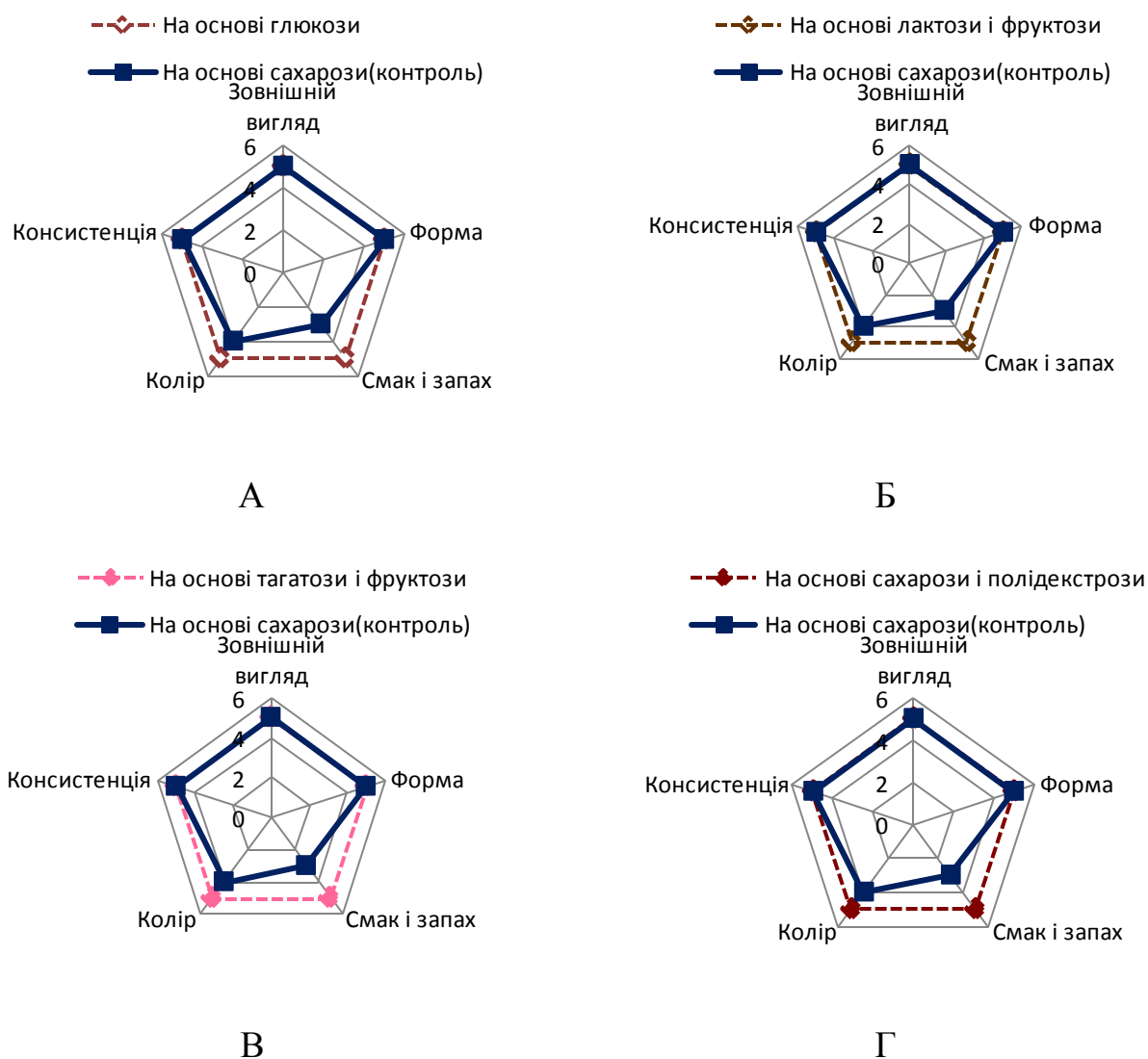


Рис. 5.1.1 - Профілограми органолептичних показників якості зразків цукерок на основі різних цукрів:

А -на глюкозі; Б- на основі лактози і фруктози; В – на основі тагатози і фруктози; Г -на основі сахарози і полідекстрази

Результати сенсорного аналізу розроблених зразків цукерок показали, що вони вигідно відрізняються від контрольного зразка за органолептичними показниками, так як мають ніжну дрібнокристалічну консистенцію, у них відсутній занадто солодкий смак, який був притаманний контрольному зразку. Вироби мають привабливе забарвлення та приємну смакову гаму з відтінками ягідного чи шоколадного аромату. Все це засвідчує той факт, що рецептурний склад відіграє важливу роль у формуванні якісних характеристик розроблених виробів.

Окрім групи органолептичних показників нормативною документацією на цукерки регламентуються значення фізико-хімічних показників, а саме масової частки вологи виробів та масової частки редукуючих речовин.

Наступним етапом наших досліджень було визначення фізико-хімічних показників розроблених цукерок. Перед нами постало питання щодо їх відповідності за показником масової частки редукуючих речовин вимогам стандарту. Обрані для досліджень цукри, на відміну від сахарози, є редукуючими цукрами і їх використання в рецептурах цукерок буде суттєво збільшувати цей нормований стандартом показник. Результати досліджень фізико-хімічних показників зразків цукерок наведені в таблиці 5.1.2.

Таблиця 5.1.2 - Фізико-хімічні показники цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів

(n=3, p≥0,95)

Зразки цукерок	Масова частка	
	вологи, %	редуючих речовин, %
Вимоги до помадних цукерок згідно ДСТУ 4135 «Цукерки» (редакція 2014 року)	не більше 16,0	Не більше 14,0
Контрольний зразок на основі сахарози	9,5±0,5	6,0±0,5
Зразок на основі глюкози	9,5±0,5	65,0 ±0,5
Зразок на основі лактози і фруктози	11,2 ±0,5	71,9 ±0,5
Зразок на основі тагатози і фруктози	10,5±0,5	75,9 ±0,5
Зразок на основі сахарози і полідекстрази	9,0±0,5	12,5±0,5

Аналізуючи отримані результати бачимо відповідність вимогам стандарту всіх зразків розроблених цукерок за масовою часткою вологи. Причому найбільше, але допустиме значення цього показника виявилось у зразку на основі лактози і фруктози. А ось щодо масової частки редукуючих речовин, то всі зразки, що виготовлені на основі редукуючих речовин лактози, фруктози, тагатози мали суттєво завищений показник. Лише в зразку із полідекстрозою цей показник був в межах норми, але в 2 рази перевищував значення контрольного зразка на сахарозі. На нашу думку підвищений вміст редукуючих речовин у цьому зразку пов'язаний зі способом отримання полідекстрози шляхом кислотного-каталізуєної полімеризації глюкози та сорбітолу, при якому цей наповнювач може містити незначну частину функціональних груп глюкози, що вступають в реакцію відновлення, а також наявністю редукуючих речовин (глюкози і фруктози) в наслідок проходження часткового кислотного гідролізу сахарози на етапі темперування та формування цукеркової маси за рахунок внесення до її складу ягідної сировини та проведення процесу при підвищених температурах [118].

Отримані результати ставили під сумнів можливість використання глюкози, комбінації лактози і фруктози та тагатози 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. Тому наступним важливим етапом нашої роботи були дослідження зміни показників якості під час зберігання виробів та визначення сорбційно-десорбційних властивостей розроблених цукерок для прогнозування їх поведінки під час зберігання.

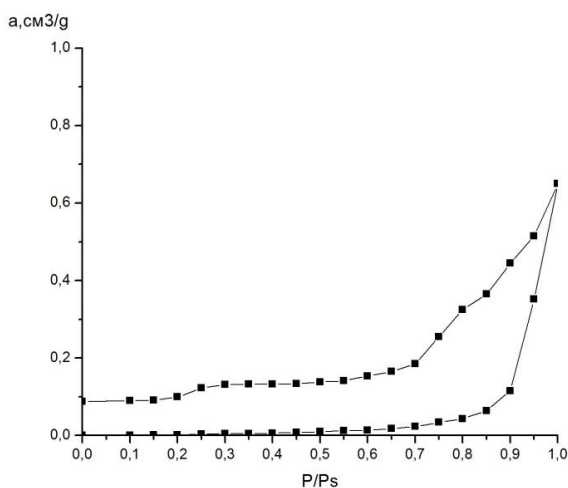
5.2 Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів

При розробці нових видів кондитерських виробів, особливо тих, де відбувається заміна основного компоненту рецептури, як в нашому випадку

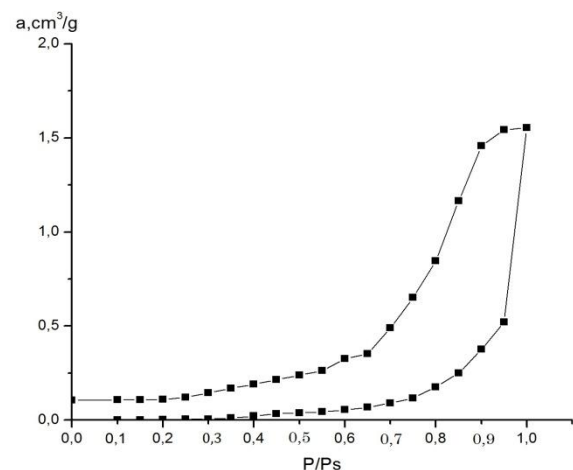
заміна цукру білого кристалічного іншими цукрами або харчовим волокном, необхідно окрім органолептичних властивостей враховувати стабільність розробленого виробу під час зберігання та здійснювати підбір раціонального способу пакування [109]. Інформація про поведінку вологи у продуктах є необхідною умовою для вибору пакувального матеріалу та способу пакування, а також для встановлення гарантійного терміну їх зберігання [126]. І якщо для класичних помадних цукерок на основі цукру білого кристалічного вже встановлено, що під час їх зберігання домінуючим фактором є десорбційні процеси і їх негативний вплив на якість виробів [172], то для розроблених зразків цукерок на основі різних цукрів дослідження сорбційно-десорбційних властивостей для прогнозування їх поведінки під час зберігання є доволі актуальною задачею.

Визначення сорбційно-десорбційних властивостей досліджуваних зразків здійснювалося гравіметричним методом із застосуванням сорбційної вакуумної установки з пружинними кварцовими вагами [193].

Ізотерми адсорбції-десорбції водяної пари контрольним та розробленими зразками цукерок кристалічної структури наведені на рис. 5.2.1 в координатах кількість адсорбованої води - показник активності води, яка безпосередньо зв'язана з відносним рівноважним тиском парів $a_w = P/P_s$.



А



Б

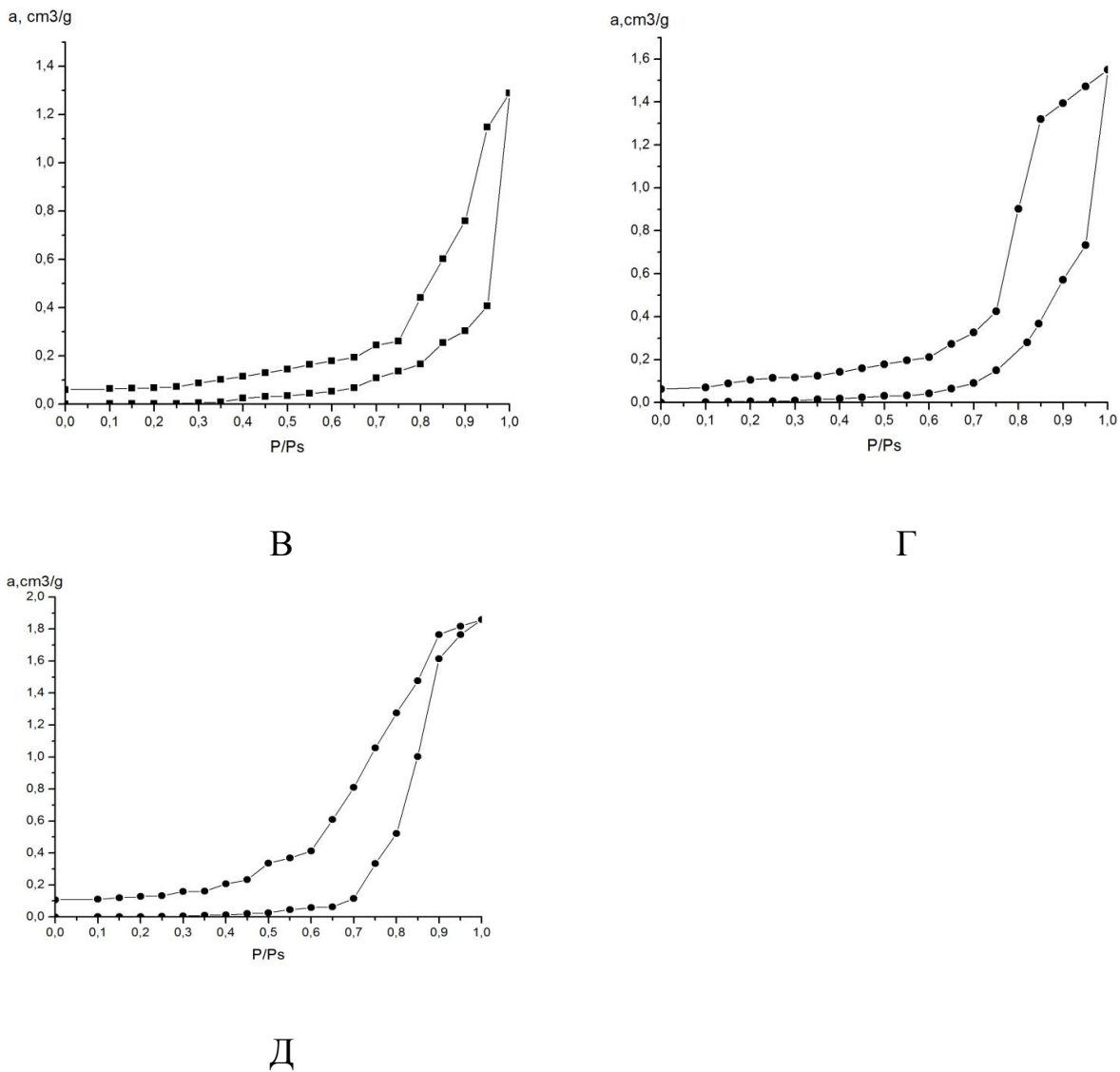


Рис. 5.2.1 – Ізотерми адсорбції – десорбції води зразками помадних цукерок на основі:

А - сахарози (контроль); Б- глюкози; В- комбінації лактози і фруктози; Г - комбінації тагатози і фруктози; Д – комбінації сахарози і полідекстрози

Аналізуючи результати представлені на рис.5.2.1 слід відмітити, що ізотерми сорбції досліджуваних зразків мають J-подібну ізотерму або III тип ізотерми [113], що відповідає характерній формі харчових продуктів з високим вмістом цукру, що адсорбують невелику кількість води за низького значення активності води. При нижньому значенні a_w нахил кривої менший, в той час як зі збільшенням a_w нахил стрімко збільшується, що можна пояснити збільшенням гігроскопічності досліджуваних цукрів [133].

Ізотерми сорбції-десорбції для всіх зразків цукерок кристалічної структури мають ідентичний характер і для всіх спостерігається петля гістерезису.

Петля гістерезису свідчить про те, що під час сорбції в даному періоді відбувався псевдофазовий перехід, пов'язаний із зміненням кристалічної структури помадних цукерок. Також помітна різниця у висоті ізотерм, яка залежить від кількості адсорбованої вологи. Так, ізотерма контрольного зразку значно нижча порівняно ізотермами всіх розроблених зразків цукерок. Підвищення водопоглинальної здатності зразків цукерок на основі комбінації сахарози і полідекстрази, тагатози і фруктози та лактози і фруктози можна пояснити наявністю в рецептурах цукерок різних цукрів, що володіють різними сорбційними властивостями, а також рецептурних компонентів, що володіють різною вологопоглинальною здатністю (гідроколоїди, какао-порошок, ягідна сировина). В роботах [50,133,144] були досліджені сорбційні властивості використовуваних нами цукрів і встановлено, що швидкість сорбції водяної пари суттєво зростає для сахарози і тагатози за $P/P_s = 0,74$; для глюкози $-0,8$, для лактози $-0,85$, а для фруктози – за більш низьких значень тиску $-0,62$, що свідчить про вищу гігроскопічність цього цукру. При дослідженні сорбційних властивостей полідекстрази було встановлено, що для неї швидкість сорбції водяної пари суттєво зростає за P/P_s вище $0,5$. Такі дані корелюють з показниками розчинності вуглеводів у воді за атмосферного тиску, а саме найбільшу розчинність має полідекстроза; розчинність сахарози відбувається швидше за лактозу, а фруктози за тагатошу і глюкозу [50,120]

Завдяки різній швидкості сорбції цукри здатні приєднати різну кількість вологи за максимально можливого тиску адсорбтиву ($P/P_s = 1,0$). Комбінуючи вуглеводні складові, які здатні зв'язувати значну кількість вологи (фруктоза, полідекстроза) та незначну кількість вологи (сахароза, лактоза, тагатоша) можна отримати вироби, які будуть більш стійкі до висихання порівняно із контрольним зразком.

Досліджуючи ізотерму сорбції помадного зразку на основі глюкози можна відмітити значне збільшення висоти ізотерми сорбції при $P/P_s > 0,6$. З вищезазначених даних відмічаємо, що поглинання вологи глюкозою відбувається за $P/P_s > 0,8$, тому можна зробити висновок, що додавання

гідроколоїдів, а саме желатину в рецептуру, забезпечило збільшення сорбційної здатності зразка цукерок на основі глюкози відносно контрольного зразка. Використання желатину викликає сорбцію вологи навіть на етапі мономолекулярної адсорбції.

Для вибору моделі, яка найкраще описує ізотерми сорбції розроблених цукерок, було розглянуто дві популярні двопараметричні моделі БЕТ та Фрейндліха, що описують ізотерми сорбції (таблиця 2.1, п.2.2.2). Слід зазначити, що вони мають теоретичну основу (засновані на теорії адсорбції), а їхні параметри мають фізичний зміст.

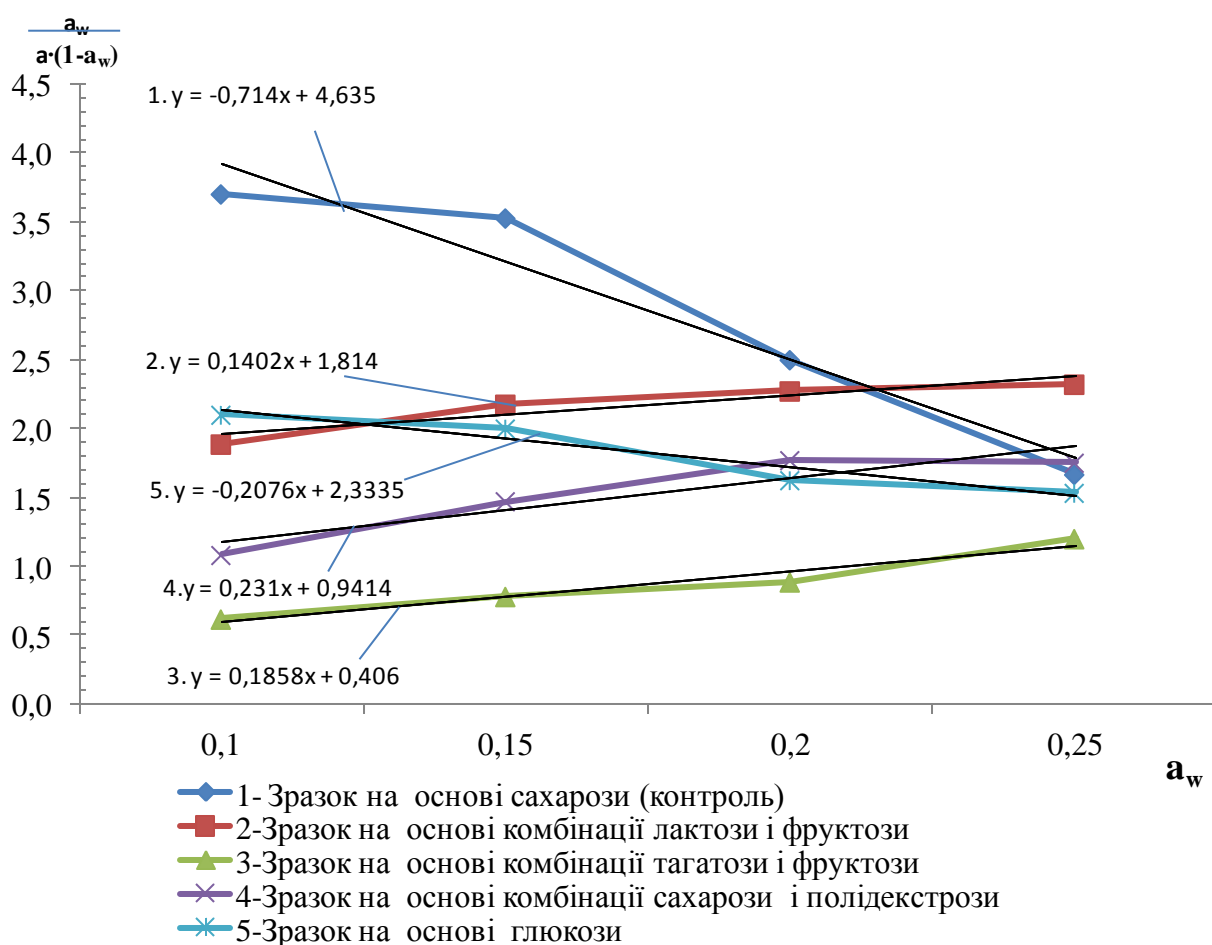


Рис. 5.2.2 – Графічне зображення рівняння БЕТ для зразків розроблених цукерок

Згідно розрахункових досліджень модель БЕТ (рис. 5.2.2) була застосована для діапазону a_w від 0,02 до 0,25. При вищих значеннях a_w результати досліджень не формували прямої лінії, що унеможливило розрахунок

параметрів рівняння, оскільки паралельно з адсорбцією в цій зоні відбувається часткове розчинення кристалів твердої фази помади.

На практиці для описування явищ адсорбції в таких складних системах більш доцільно використовувати емпіричне рівняння Фрейдліха, яке добре справджується для діапазону середніх вологостей. Тут більш чітко спостерігається розділення кривих адсорбції на 3 зони, причому в кожній зоні експериментальні результати досить точно описуються прямими лініями (рис. 5.2.3).

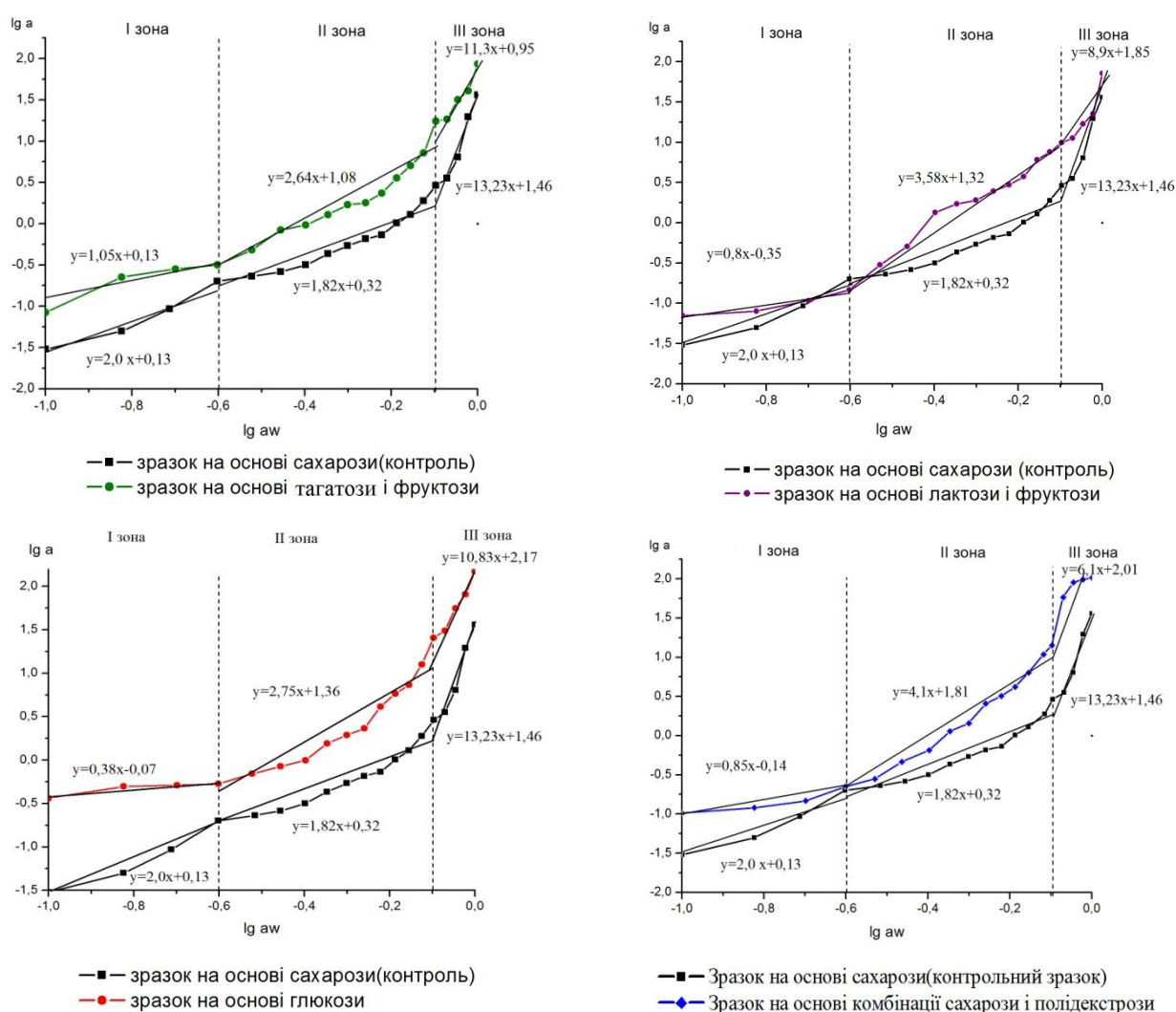


Рис. 5.2.3 – Графічне зображення рівняння Фрейдліха

У таблиці 5.2.1 наведено розраховані параметри моделей та коефіцієнт детермінації R^2 .

Таблиця 5.2.1-Параметри моделей БЕТ та Френдліха для зразків цукерок на основі різних цукрів

Модель	Параметр	Зразок на основі				
		сахарози	глюкози	комбінації лактози і фруктози	комбінації тагатози і фруктози	комбінації сахарози і полідекстрази
БЕТ	A_{∞}	0,0682	0,1310	0,3623	0,2500	0,1893
	C	4,1528	4,318	5,1228	4,8445	4,5767
	R^2	0,9398	0,9326	0,8643	0,9496	0,8571
Фрейдліха	$1/n$	0,4230	0,385	0,357	0,374	0,313
	K	0,030	0,044	0,051	0,048	0,054
	R^2	0,953	0,966	0,973	0,982	0,982

Графічно отримані коефіцієнти рівнянь БЕТ та Фрейдліха характеризують процес сорбції вологи зразками цукерок на основі різних цукрів. Величина коефіцієнта детермінації R_2 свідчить про те, що отримані експериментальні значення з достатньою точністю описуються рівнянням Фрейдліха, з меншою БЕТ.

Незважаючи на емпіричний характер рівняння Фрейдліха, саме воно у переважній більшості застосовується для опису сорбційних процесів. Насамперед це пов'язано із суттєвою енергетичною неоднорідністю поверхні сорбентів. Мірою енергетичної неоднорідності поверхні зразків є коефіцієнт $1/n$, чим ближче значення даного коефіцієнта до одиниці, то більш однорідною є поверхня сорбенту [91].

За коефіцієнтом енергетичної неоднорідності поверхні помадних цукерок $1/n$ можна зробити висновок, що всі розроблені зразки цукерок володіють більш розвинутою поверхнею з енергетичними центрами сорбції у порівнянні з контрольним зразком. Найбільш неоднорідну поверхню має зразок із заміною 30% цукру білого кристалічного полідекстразою, який додатково містить в своєму складі і КМЦ, саме наявністю цих компонентів можна пояснити збільшення кількості активних центрів сорбції в цьому зразку. Аналогічна ситуація прослідковується і в зразку з глюкозою, в рецептурі якого присутній желатин та ягідного пюре. Використання в рецептурі виробів фруктози також підвищує неоднорідність поверхні зразків на її основі. На нашу думку, це пов'язано із її високою розчинністю, що забезпечує більш швидке заповнення

всіх активних центрів верхнього моношару та пришвидшення росту сорбційної активності цих зразків.

Щодо аналізу константи ізотерми Фрейндліха **K**, яка характеризує адсорбційну ємність адсорбенту, то вона має вищі значення для всіх розроблених зразків цукерок в порівнянні з контрольним зразком цукерок на основі цукрової помади. Це дозволяє прогнозувати підвищення їх сорбційних властивостей.

Коефіцієнт рівняння БЕТ **C** є константою рівноваги адсорбції, що характеризує глибину протікання процесу. Значне зростання коефіцієнта відповідає зсуву рівноваги процесу адсорбції-десорбції у бік першої. Оскільки результати константи для всіх зразків цукерок знаходилися в близьких межах, то можна припустити, що за низьких значень a_w середовища для всіх зразків буде притаманне явище десорбції. Значення ємності моношару адсорбованої вологи, отримані за моделі БЕТ, були значно нижчі для контрольного зразку на основі сахарози, в порівнянні із розробленими зразками. Максимальне значення **C** спостерігається в зразку виробів на основі комбінації лактози і фруктози взятих у співвідношенні 1:1. На нашу думку це можна пояснити різним рецептурним складом виробів, а саме наявністю гігроскопічної фруктози, що починає сорбувати вологу при менших значеннях a_w , ніж інші цукри.

Досліджуючи криві сорбції можна відмітити, що вони є сигмоподібні, з досить розвиненим гістерезисом і можуть бути умовно поділені на три зони: перша зона, що відповідає $a_w < 0,25$, яка відноситься до адсорбції мономолекулярної плівки води; друга зона, що відповідає адсорбції додаткових шарів над цим моношаром при $a_w = 0,26-0,75$ та третьої області для $a_w > 0,76$ відповідає конденсації води з подальшим розчиненням адсорбтиву [160].

Оскільки на ізотермі сорбції нами умовно було виділено три зони, то для характеристики кількості води, що адсорбована зразками було проведено визначення вологовмісту за зонами адсорбції. Результати аналізу наведені в таблиці 5.2.2.

Таблиця 5.2.2 - Кількість адсорбованої вологи досліджуваними зразками цукерок кристалічної структури

Зразок цукерок	Кількість адсорбованої вологи, см ³ /г					
	Перша зона $a_w = 0,02 \dots 0,25$		Друга зона $a_w = 0,26 \dots 0,75$		Третя зона $a_w = 0,76 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Контрольний зразок	0,0005- 0,0036	0,1226- 0,0874	0,0040- 0,0340	0,2549- 0,1229	0,0341- 0,6498	0,6498- 0,2552
Зразок на основі глюкози	0,001- 0,004	0,1243- 0,1044	0,0042- 0,0872	0,5103- 0,1289	0,0923- 1,5536	1,5536- 0,5168
Зразок на основі комбінації лактози і фруктози	0,0007- 0,0025	0,0725- 0,0599	0,0028- 0,1362	0,2582- 0,0752	0,1633- 1,2889	1,2889- 0,2645
Зразок на основі комбінації тагатози і фруктози	0,0005- 0,0057	0,1207- 0,1138	0,0086- 0,1291	0,4091- 0,1219	0,1308- 1,5499	1,5498- 0,4138
Зразок на основі комбінації сахарози і полідекстрози	0,0006- 0,0010	0,0548- 0,03145	0,0011- 0,07323	1,5285- 0,0601	0,0733- 1,8584	1,8584- 1,5345

Перша зона відповідає гідратації найбільш активних адсорбційних центрів, до яких можна віднести гідрофільні групи –ОН цукрів. Вона представлена адсорбцією мономолекулярного шару. Оскільки адсорбція відбувається на поверхні адсорбенту, то чим більшою буде поверхня, тим буде вища його здатність до адсорбції. Але адсорбція може відбуватися тільки на певних ділянках адсорбенту – активних центрах: кутах, ребрах кристалів, що мають більшу надлишкову поверхневу енергію порівняно з усією площею поверхні [128]. Не зважаючи на те, що зразки цукерок мають дрібнокристалічну структуру, яка наповнена активними центрами, в даній області тиску сорбція

майже не відбувається. Це можна пояснити тим, що у зразках, що мають кристалічну структуру волога може взаємодіяти лише шляхом водневого зв'язку на поверхні кристала, оскільки розташування щільної кристалічної решітки виключає сторонні молекули, такі як вода [113]. Таким чином, вміст вологи залишається низьким і майже постійним до тих пір, поки значення a_w не стане достатньо високим, щоб викликати розчинення поверхні кристала у точці контакту. Вище цієї відносної вологості вода здатна розчинити кристал, і вміст адсорбованої вологи починає швидко збільшуватися [135].

Кількість адсорбованої вологи у досліджуваних зразках цукерок при низьких значеннях a_w має незначну відмінність. Це можна пояснити тим, що цукри, які формують кристалічний каркас помадних цукерок, а саме сахароза, лактоза, глюкоза і тагатоza утворюють щільну поверхню, що мінімізує проникність води в центральні шари виробів.

Наступна стадія гідратації цукерок (II зона) проявляється у появі невеликого підйому кривої адсорбції в інтервалі $a_w=0,25-0,75$. На нашу думку, це зумовлене поступовим розчиненням зовнішніх кристалів твердої фази з поступовим проникненням молекул води в центральні шари цукерок. Підвищення сорбційних властивостей кондитерських виробів в цій зоні пояснюється тим, що починається розчинення цукрів. Відомо, що для чистої кристалічної сахарози приріст вологи дуже невеликий, поки значення a_w не перевищить 0,8, а нижче цього значення вода з'єднується водневими зв'язками з групами -ОН, які знаходяться на поверхні кристалу [157].

Враховуючи вищезазначене, можна припустити, що чим швидше буде відбуватися процес розчинення кристалів цукрів, тим швидше волога зможе проникати в центральні шари зразків. В даній зоні найменша кількість адсорбованої вологи у контрольного зразка помадних цукерок на сахарозі – $0,0340 \text{ см}^3/\text{г}$, проміжні значення мають зразки на основі тагатоzi і фруктози – $0,1291 \text{ см}^3/\text{г}$; глюкози - $0,0872 \text{ см}^3/\text{г}$; сахарози та полідекстрози - $0,07323 \text{ см}^3/\text{г}$, а найбільше значення - для зразка на основі лактози і фруктози – $0,1362 \text{ см}^3/\text{г}$. Це пояснюється вищою розчинністю фруктози порівняно з іншими

досліджуваними цукрами і здатністю сорбувати вологу вже при a_w 0,45-0,50, а саме її в цьому зразку цукерок найбільше. Підвищення сорбційної здатності зразку цукерок при заміні 30 % сахарози на полідекстрозу в 2 рази в порівнянні з контрольним зразком теж можна пояснити більшою гігроскопічною здатністю ПД, яка проявляється при відносній вологості повітря вище 60 %.

В III зоні ($a_w = 0,76 \dots 1,0$) відбувається процес активного поглинання вологи зразками цукерок. Кількість води адсорбованої в третій зоні складає 91,67 – 94,76 % від загальної кількості вологи (при $a_w = 1,00$). Різниця між показниками адсорбованої вологи можна пояснити різним хімічним складом досліджуваних зразків цукерок. Так, у розроблених зразках сорбційна здатність вища ніж у контрольного зразка через вищу гігроскопічність не лише фруктози, а й тагатози та глюкози у даному діапазоні a_w . Так в зоні капілярної вологи ($a_w = 1,0$) найменша кількість адсорбованої вологи у контрольного зразка помадних цукерок на сахарозі – 0,6498 см³/г, порівняно зі зразках на основі: лактози і фруктози - 1,2889 см³/г, тагатози і фруктози - 1,5498 см³/г, глюкози - 1,5536 см³/г, сахарози і полідекстрози - 1,85848 см³/г.

Порівняльний аналіз отриманих ізотерм (рис. 5.2.1) свідчить про те, що ізотерми десорбції (сушіння) у всіх зразків розмішувалися вище ізотерм сорбції (зволоження). Петля гістерезису охоплює весь інтервал рівноважних тисків пари. Це вказує на те, що процес зневоднення цілком незворотній. Після процесу десорбції у зразках залишається незначна частина адсорбованої вологи. Дані можуть свідчити про те, що деяка частина адсорбованої вологи зв'язується зі зразком дуже сильними зв'язками, імовірно всього хімічними. Ця волога не віддається при зазначених умовах десорбції.

Також за допомогою сорбційного аналізу можна встановити рівноважну вологість досліджуваних зразків неглазурованих цукерок кристалічної структури різного вуглеводного складу. Відомо, що під час зберігання помадні цукерки на сахарозі вони будуть віддавати вологу в навколишнє середовище до встановлення рівноважної вологості [171]. Для прогнозування поведінки розроблених зразків цукерок під час зберігання, на основі аналізу кривих

сорбції була визначена їх рівноважна вологість. В таблиці 5.2.2 наведені значення рівноважної вологості зразків цукерок при значеннях відносної вологості повітря, які лежать в межах 65-80 %. Такий діапазон значень відносної вологості обумовлений тим, що в нормативній документації на цукерки зазначається, що вироби мають зберігатися при відносній вологості повітря не вище 75 % [100]. Однак, можуть скластися такі умови зберігання, що відносна вологість повітря може бути дещо більшою за встановлену стандартом, тому діапазон значень відносної вологості повітря в наших дослідженнях був розширений і становив 65 - 80 %.

Таблиця 5.2.3. - Значення рівноважної вологості зразків цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом в залежності від відносної вологості повітря

Зразок	Масова частка води, %	Значення рівноважної вологості зразків цукерок, %			
		при відносній вологості повітря, %			
		65	70	75	80
Помадні цукерки на сахарозі	10,0	1,80	2,30	3,40	4,30
Зразок на основі глюкози	9,5	5,50	6,80	8,70	13,7
Зразок на основі комбінації лактози і фруктози	11,2	6,71	10,80	13,60	16,60
Зразок на основі комбінації тагатози і фруктози	10,5	6,46	9,10	12,90	34,10
Зразок на основі комбінації сахарози і полідекстрози	9,0	5,25	6,1	7,3	11,4

Аналізуючи дані таблиці 5.2.3 слід зазначити, що зразок помадних цукерок на сахарозі має значення рівноважної вологості при відносній вологості повітря 65-80% нижче його масової частки води, отже явище десорбції буде відбуватися в ньому доволі інтенсивно, так як система буде прагнути досягти значень рівноважної вологості. Для зразків цукерок на основі глюкози та з

частковою заміною цукру ПД при їх зберіганні в межах відносної вологості повітря 65-75 % буде відбуватися процес десорбції, але не такий інтенсивний як в контрольному зразку, так як значення рівноважної вологості цих зразків будуть ближчими до їх масової частки вологи, а вже при відносній вологості повітря більше 75 % буде спостерігатиметься явище сорбції вологи з оточуючого середовища. В зразках цукерок на основі комбінації тагатози з фруктозою та лактози і фруктозою явище десорбції буде спостерігатися при відносній вологості повітря 70 % і нижче, а при вищій відносній вологості повітря буде відбуватися сорбція вологи з оточуючого середовища, причому в інтервалі $\varphi=70-75\%$ це буде відбуватися доволі повільно, а в інтервалі $\varphi=76-80\%$ цей процес інтенсифікуватиметься. Припускаємо, що така поведінка пов'язана із гігроскопічними властивостями самих цукрів, адже відомо, що сахароза починає активно поглинати вологу при $a_w > 90\%$, тагатоza – при $a_w > 85\%$, глюкоза - при $a_w > 88\%$, лактоза – при $a_w > 98-99\%$, полідекстроза - при $a_w > 60\%$. Фруктоза починає поглинати вологу вже при $a_w = 0,45-0,55$ і при $a_w = 0,75$ поглинає її до 36,3 % до маси самого цукру [86]. Також, отримані дані корелюють з результатами досліджень сорбційних властивостей різних цукрів [50], в яких було визначено, що при $a_w = 1,0$ кількість поглинутої вологи збільшувалася в ряду: сахароза→глюкоза→тагатоza→фруктоза.

Аналіз сорбційних характеристик досліджуваних цукерок продемонстрував, що при зберіганні в межах відносної вологості повітря до 70 % для всіх зразків будуть притаманні десорбційні процеси, в зразках на основі комбінації тагатози і фруктози та лактози і фруктози при відносній вологості 75 % і вище спостерігається сорбція вологи з оточуючого середовища, яка підвищується зі збільшенням значень відносної вологості повітря.

Як показали проведені дослідження поняття «редуючі речовини» та «висока гігроскопічність» не є тотожними. Отримані результати стали передумовою для розробки пропозицій НУХТ щодо внесення в нову редакцію стандарту ДСТУ 4135 (рік затвердження -2021) [100] примітки, що для цукерок, виготовлених із застосуванням інших цукрів, що володіють

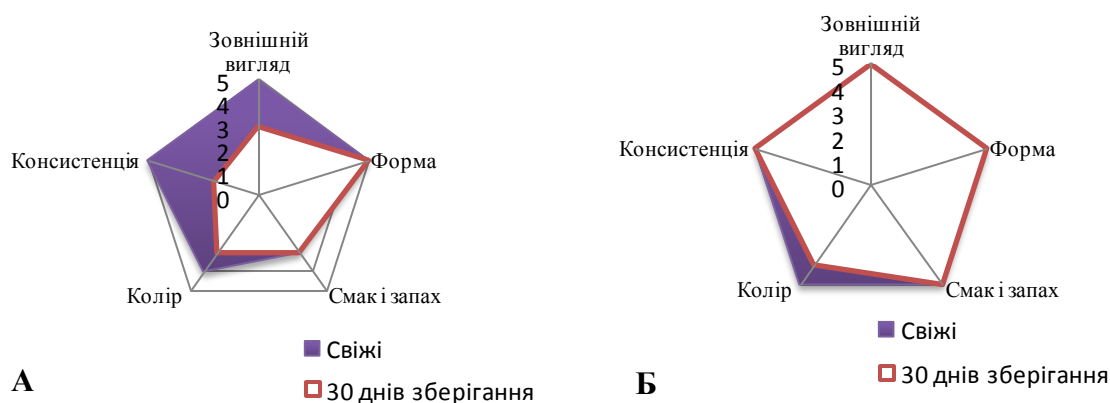
редуючими властивостями, допустимим значенням масової частки редууючих речовин є 80 %, за умови забезпечення відповідних умов зберігання готових виробів.

На нашу думку, при розробці цукерок зі зміненим вуглеводним складом важливими є дослідження, які можуть прогнозувати поведінку виробів під час зберігання і дозволяють встановити раціональний спосіб пакування для гарантування збереження якості виробів протягом всього терміну зберігання.

5.3 Зміна основних показників якості розроблених цукерок під час зберігання

При розробленні нового виду продукції важливо, щоб він був конкурентоспроможний, що в свою чергу залежатиме від збереження його якісних характеристик протягом всього гарантійного терміну зберігання. Тому при виготовленні цукерок із повною або частковою заміною основного структуроутворювача сахарози на інші вуглеводні компоненти доцільно дослідити вплив використання даних інгредієнтів на якість цукерок кристалічної структури та її зміну під час зберігання.

На першому етапі досліджували зміни органолептичних показників досліджуваних зразків цукерок, оцінюючи якість за 5-бальною шкалою групою експертів. На рис. 5.3.1 представлені профілографи органолептичних показників якості зразків цукерок у день виготовлення та після зберігання непакованими 30 днів.



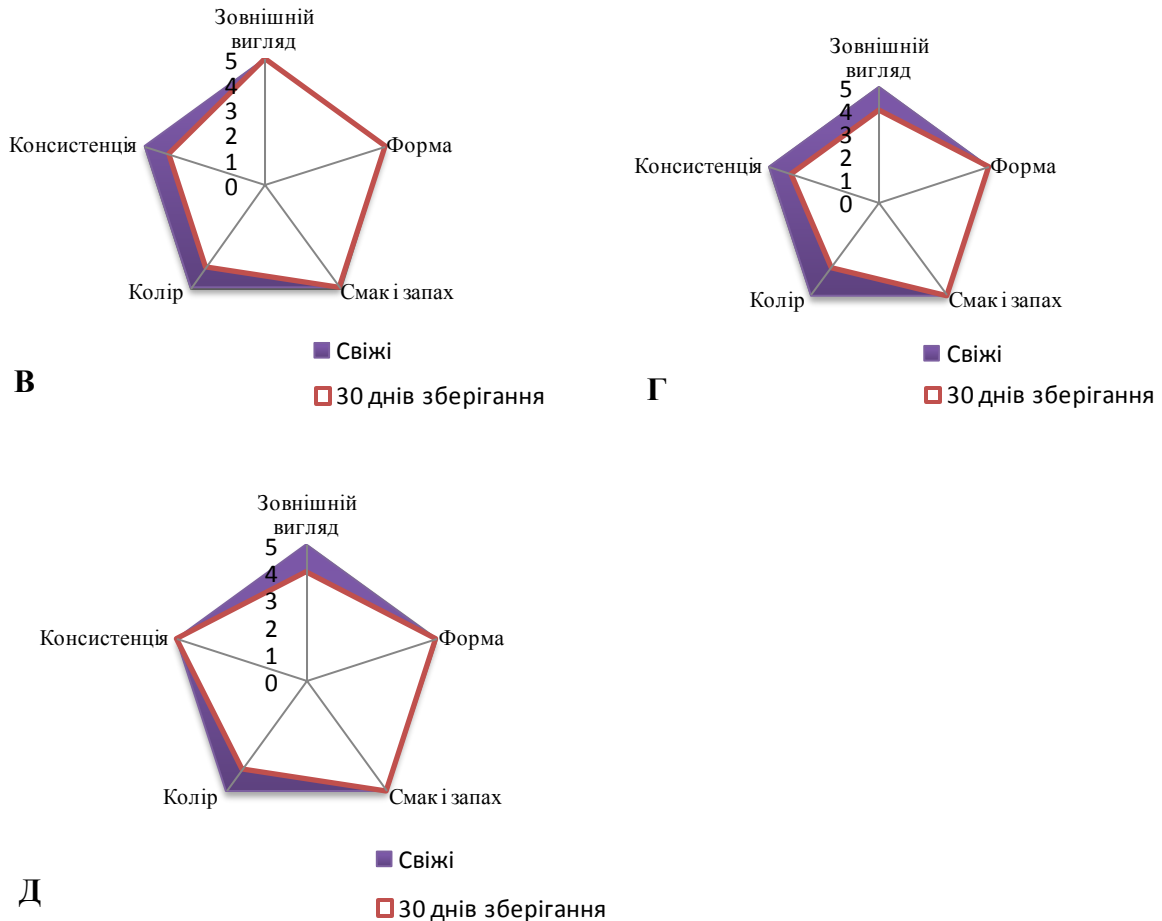


Рис.5.3.1 - Профілограми органолептичних показників якості зразків цукерок на основі різних цукрів під час їх зберігання:

А – на основі сахарози (контроль); Б - на основі комбінації лактози та фруктози; В - на основі комбінації тагатози і фруктози; Г - на основі глюкози; Д- на основі комбінації сахарози та полідекстрази

При оцінюванні цукерок за органолептичними показниками було встановлено, що під час зберігання непакованими протягом 30 діб в контрольному зразку найбільш інтенсивно відбувалася зміна його консистенції, зразок ставав повністю твердим, що суттєво впливало на якість виробу. Аналізуючи зразки цукерок на основі інших цукрів і з частковою заміною цукру ПД, було відмічено, що в них зміни органолептичних показників відбувалися досить повільно. Незначних змін зазнавали консистенція, зовнішній вигляд та колір виробів. Причому в зразках на основі комбінації лактози і фруктози та з частковою заміною цукру ПД практично не відбулося змін органолептичних показників, що можна пояснити рецептурним складом виробів, які містять в, першому випадку, гігроскопічну фруктозу, а в другому

випадку, ПД та КМЦ, ці інгредієнти сповільнюють укрупнення кристалів твердої фази помади, за рахунок чого зберігається приємна дрібнокристалічна структура виробів. Однак, для всіх розроблених зразків при зберіганні було відмічено зміну їх кольору в бік більш світлішого, що на нашу думку, можна пояснити збільшенням твердої фази помади за рахунок утворення нових кристалів. Зазначені зміни органолептичних показників виробів, вочевидь, залежать від інтенсивності втрати вологи зразками.

Оскільки саме видалення вологи з корпусів цукерок кристалічної структури призводить до збільшення частки твердої фази помади та погіршення органолептичних показників цукерок після певного терміну зберігання, нами було проведено визначення показника усихання розроблених цукерок, що зберігалися непакованими протягом 4 тижнів, саме такий гарантійний термін передбачений діючим стандартом на неглазуровані помадні цукерки, що реалізуються непакованими. Результати цього дослідження представлені на рис. 5.3.2.

Показник усихання, %

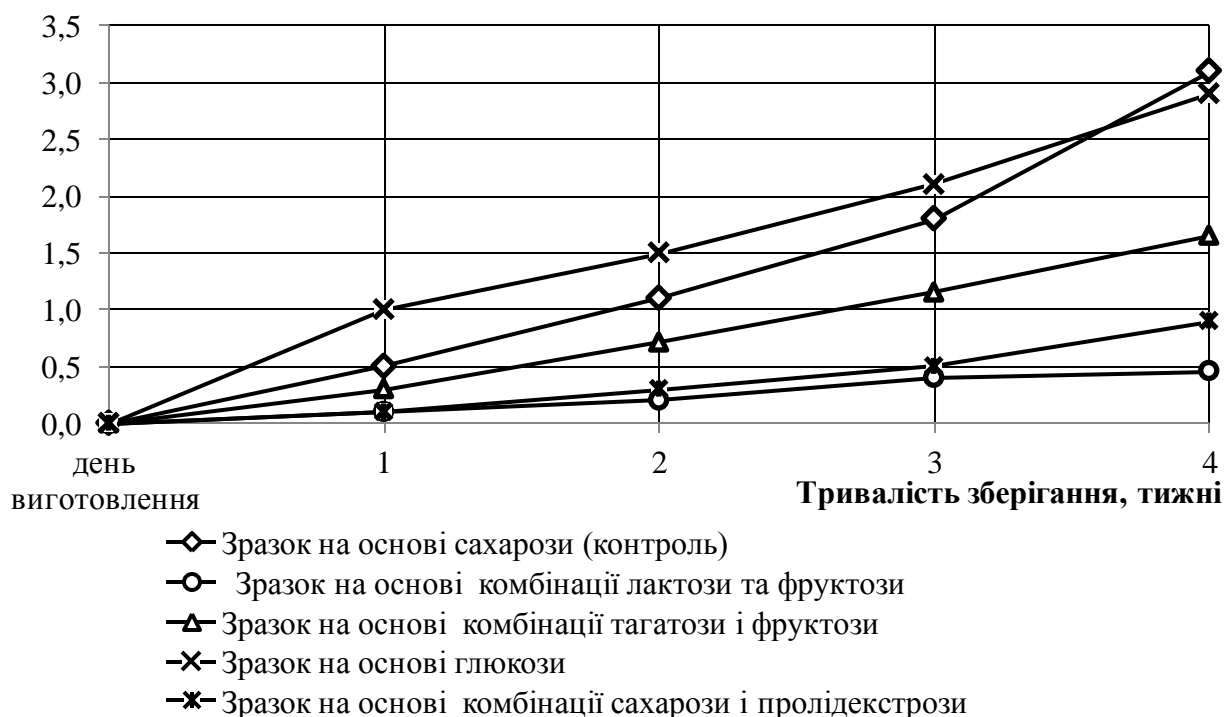


Рис. 5.3.2 - Усихання цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів протягом 4 тижнів зберігання непакованими

Отримані результати засвідчують вплив різних видів цукрів та інших рецептурних компонентів на інтенсивність десорбційних процесів в розроблених зразках. Не зважаючи на наявність в більшості з них великої кількості редуруючих цукрів, процес черствіння буде характерним для всіх розроблених виробів, що підтверджується і нашими попередніми результатами досліджень їх сорбційних характеристик. Аналізуючи зміну показника усихання контрольного та розроблених зразків цукерок було відмічено, що процес черствіння зразку на основі лактози і фруктози відбувається найбільш повільно порівняно із іншими зразками. Показник усихання цього зразка був в 6,7 разів нижчим порівняно із даним показником для контрольного зразку після 4 тижнів зберігання непакованими. Це можна пояснити тим, що в рецептурі присутня велика кількість гігроскопічної фруктози, що допомагає зберігати рівновагу між видаленою і поглинутою вологою в цьому зразку. Схожі результати були отримані і для зразку на основі комбінації тагатози та фруктози, однак, у зв'язку із меншим дозуванням фруктози в даній рецептурі, показник усихання був в 1,8 разів нижчим в порівнянні з показником контрольного зразку. Заміна 30 % цукру ПД та застосування в рецептурі цукерок додаткового структуроутворювача КМЦ мало позитивний ефект на гальмування десорбційних процесів в зразку, після 4 тижнів зберігання показник усихання був 3,4 рази менше ніж в контрольному зразку. Найбільш інтенсивно серед розроблених зразків відбувалося видалення вологи у виробках, виготовлених на основі глюкози. Особливо стрімко це відбувалося протягом першого тижня зберігання, а вже після 4 тижнів показник усихання цього зразка наближався до значень контрольного зразка на сахарозі. Однак, інтенсивне видалення вологи в цьому зразку не призвело до таких суттєвих змін його консистенції, як це спостерігалось в контрольному зразку після 4 тижнів зберігання. Напевно, це пов'язано з наявністю в рецептурі зразка на глюкозі желатину та присутністю харчових волокон ягідного пюре, які самі по собі збільшують в'язкість рідкої фази помади, а під час видалення з неї частини

вологи під час зберігання, вона ще більше структурується і гальмує збільшення розмірів вже існуючих кристалів твердої фази.

Видалення вологи з корпусів цукерок супроводжується зміною рівноваги між рідкою і твердою фазами помади в бік збільшення твердої фази, що призводить до підвищення міцності корпусів цукерок, що погіршує споживчі характеристики цих виробів. Тому нами було проведено дослідження зміни граничної напруги зсуву досліджуваних зразків цукерок протягом 6 тижнів зберігання (рис 5.3.3). В цих дослідженнях цей показник визначено після 6 тижнів зберігання зразків непакованими, з метою встановлення перспективи щодо збільшення гарантійного терміну зберігання розроблених зразків.

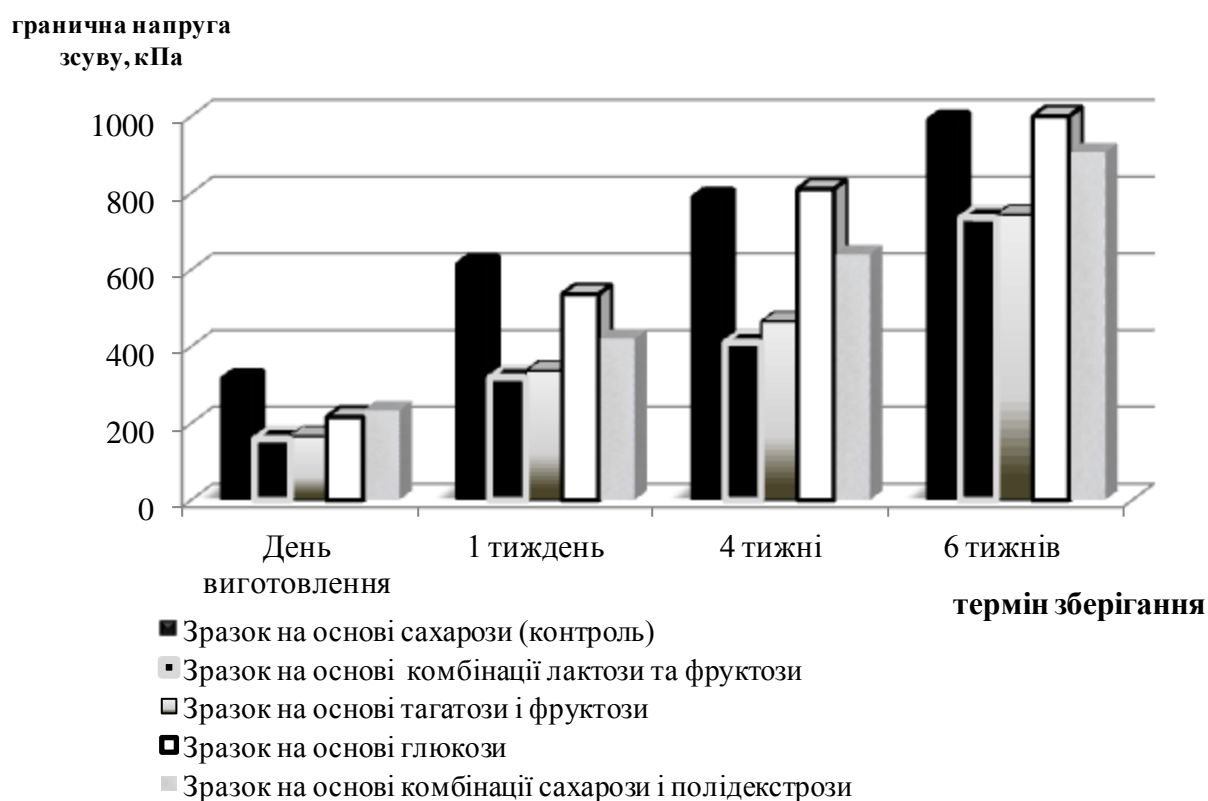


Рис. 5.3.3 - Зміна граничної напруги зсуву цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів при їх зберіганні непакованими

Отримані результати засвідчують, що в день виготовлення гранична напруга зсуву в розроблених зразках на основі запропонованих комбінацій цукрів має менші значення в порівнянні з контрольним зразком, найбільш наближеним до нього є зразок з 30 % заміною цукру ПД, його гранична напруга зсуву на 28,5 % менше значення контрольного зразка, а найменша напруга

зсуву характерна зразку на основі комбінації лактози і фруктози та становить лише 50 % від цього показника контрольного зразка. Під час зберігання виробів непакованими спостерігалось підвищення граничної напруги зсуву у всіх зразків, але початкова закономірність практично у всіх зразках зберігалась, окрім зразка на основі глюкози. Після тижня зберігання в ньому спостерігалось збільшення граничної напруги зсуву в 2,5 рази від початкового значення, що корелює зі зростанням показника усихання цього зразка через тиждень з моменту виготовлення. Однак і в цьому зразку гранична напруга зсуву залишається меншою на 14 % в порівнянні з контрольним зразком після тижня зберігання, що можна пояснити різним характером змін, що відбуваються з твердою та рідкою фазами цих зразків. Після 4 та 6 тижнів зберігання спостерігаємо, що зразок на основі глюкози має практично однакові значення граничної напруги зсуву як і контрольний зразок, хоча органолептична оцінка консистенції у нього вище за контрольний зразок. Більш повільне збільшення граничної напруги зсуву прослідковується у зразках на основі комбінацій з використанням гігроскопічної, високорозчинної фруктози, причому у зразку з більшою часткою цього моносахариду в рецептурі (зразок на основі комбінації лактози і фруктози у співвідношенні 1:1) наростання граничної напруги зсуву відбувалося найбільш повільно. Після гарантійного терміну зберігання протягом 4 тижнів непакованими зразки цукерок на основі комбінацій лактози і фруктози, тагатози і фруктози та з 30 % заміною цукру ПД мали значення граничної напруги зсуву на 48,5 %, на 41,7 % та 19,8 %, відповідно, нижче за значення контрольного зразка. Після 6 тижнів зберігання зразок з 30 % заміною цукру ПД перевищив значення граничної напруги зсуву контрольного зразка після 4 тижнів зберігання на 12,0 %, а зразки на основі комбінацій лактози і фруктози та тагатози і фруктози мали ці значення на 8,0 % та 7,0 % менше, що дозволяє прогнозувати подовження терміну зберігання зразків на основі комбінації лактози і фруктози та тагатози і фруктози, що робить ці вироби більш конкурентоспроможними за традиційні неглазуровані помадні цукерки.

З результатів проведених досліджень був підтверджений позитивний вплив гігроскопічних інгредієнтів на гальмування процесів, що викликають втрату вологи і, відповідно, призводять до зміни структурно-механічних показників готової продукції. Однак, слід зазначити, що швидкість зміни показників якості під час зберігання залежить не лише від кількісного вмісту вологи в продукті, але й від її стану – доступності для розвитку мікроорганізмів, а також для перебігу різноманітних процесів. Для характеристики стану вологи в продукті користуються показником активності води [38].

За показником активності води класичні помадні цукерки відносяться до виробів із проміжною вологістю ($a_w = 0,65 - 0,80$), для яких характерні десорбційні процеси і можливі деякі процеси мікробіологічного псування. Для таких виробів необхідно застосовувати технологічні прийоми, які дозволяють змінювати показник активності води, утримувати вологу в «зв'язаному» стані. Відомо, що до речовин, які знижують значення показника активності води, належать цукристі речовини: цукри, високоцукрена крохмальна патока з підвищеним вмістом глюкози, мед, інвертний сироп та волоутримувальні добавки різного походження. Відомо, що серед вуглеводів загальна тенденція до зниження цього показника зростає в ряду: полісахариди → дисахариди → моносахариди [61]. Враховуючи використання в рецептурах цукерок різних цукрів, а також різних видів гідроколоїдів, доцільно було дослідити цей показник для розроблених зразків з можливістю прогнозування їх поведінки під час зберігання, результати експерименту наведені на рис. 5.3.4.

При визначенні впливу рецептурного складу помадних цукерок на значення показника активності води (a_w) досліджуваних зразків було виявлено, що найнижче значення a_w має зразок на основі лактози і фруктози, що на 43 % нижче значення a_w контрольного зразка.

На нашу думку, це можна пояснити тим, що показник активності води розробленого зразка цукерок, визначається, в першу чергу, складом її рідкої фази, яка в більшій мірі представлена молекулами високорозчинної фруктози [149].

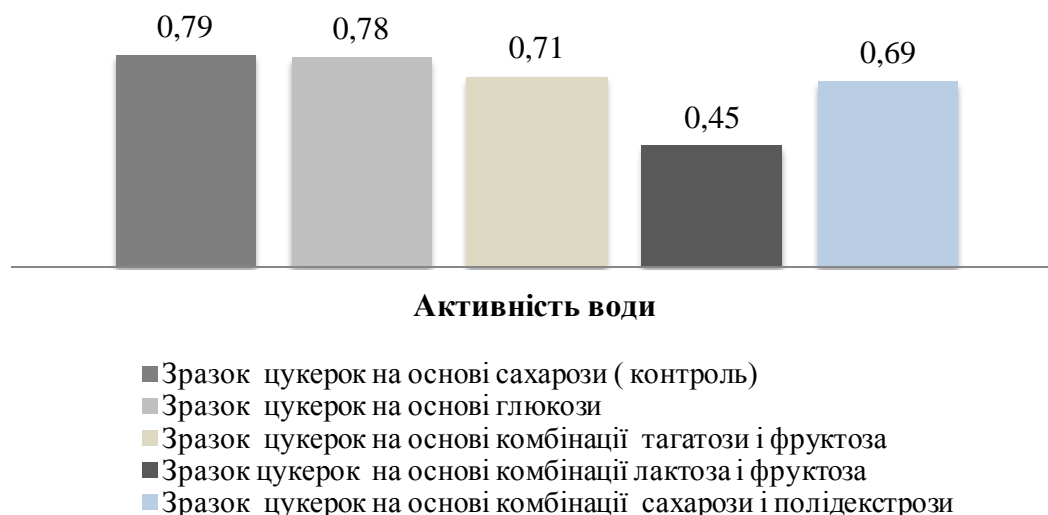


Рис. 5.3.4 -Активність води зразків цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом

Відомо, що сполуки із низькою молекулярною масою і високою розчинністю мають кращий вплив на зниження показника активності води. Враховуючи фізико-хімічні властивості досліджуваних цукрів можна відмітити (табл. 1.4.1, п. 1.4), що фруктоза має найвищу розчинність серед них. З літературних джерел відомо, що фруктоза відноситься до гумектантів, тобто, речовин, які здатні забезпечувати утримування вологи харчовими продуктами та знижувати активність води [86]. Причому ця здатність проявляється при збільшенні концентрації цукрів, так за даними досліджень [145] водний розчин фруктози з концентрацією 90 % мав показник активності води на рівні 0,5.

В той же час значення показника активності води у зразках цукерок на основі моносахариду глюкози лише на 2,5 % нижче ніж у зразка на сахарозі. Таке не суттєве зниження показника можна пояснити тим, що моносахарид глюкоза, який має однакову молекулярну масу з фруктозою, має значно меншу розчинність, а також тим, що концентрація цього цукру в рідкій фазі помади менша, бо частина глюкози з розчину була витрачена на формування кристалів твердої фази помади. В зразку на основі моносахаридів тагатози і фруктози показник активності води закономірно теж мав на 10 % менше значення ніж контрольний зразок і на 7,7 % нижче значення за зразок на основі глюкози, що

ще раз підтверджує суттєвий вплив на зниження цього показника різної розчинності досліджуваних моносахаридів.

Полідекстроза відноситься до полісахаридів, які мають найнижчу здатність щодо зниження показника активності води. Однак, завдяки 30 % -ї заміни цукру ПД та присутньою в рецептурі цукерок КМЦ показник активності води цього зразка цукерок на 12,7 % в порівнянні з контрольним зразком.

Отримані результати визначення показника активності води в розроблених зразках цукерок корелюють з попередніми нашими дослідженнями щодо визначення показника усихання зразків в процесі зберігання (рис.5.3.2) і демонструють нам суттєве гальмування процесу усихання при зниженні показника активності води в зразках цукерок.

Отже, можна припустити, що використання в рецептурі моносахаридів та вологоутримуючих компонентів сприятиме уповільненню процесу черствіння розроблених зразків під час зберігання. Однак, важливими даними, які необхідні для підтвердження висновків щодо впливу рецептурних компонентів на стан вологи в корпусі помади повинні стати результати визначення форм зв'язку вологи в розроблених зразках цукерок.

5.4 Дослідження (форм зв'язку вологи) в розроблених зразках цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів

Волога в харових продуктах відіграє важливу роль, оскільки обумовлює консистенцію і структуру продукту, а її взаємодія з присутніми компонентами визначає стійкість продукту при зберіганні. Поняття «масова частка вологи» харчового продукту вказує на кількість вологи в ньому, але не характеризує її причетність до хімічних і біологічних змін в продукті. У забезпеченні стійкості при зберіганні важливу роль відіграє співвідношення вільної і зв'язаної вологи у виробі. Зв'язана вода міцно утримується сухими речовинами і важко видаляється випаровуванням, а вільна вода слабо зв'язана із сухими речовинами продукту й легко випаровується в процесі висушування.

Враховуючи результати попередніх досліджень встановлено, що для всіх розроблених цукерок на основі різних цукрів при умовах зберігання, що регламентуються стандартом, характерні десорбційні явища. Однак інтенсивність цих процесів у досліджуваних зразках різна, що наводить на думку про різні форми зв'язку води в них. З цією метою нами були проведені дослідження стану води в зразках цукерок за допомогою дериватографа, де в дослідному зразку одночасно вимірювали температуру (T), зміну маси (TG), швидкість зміни маси (DTG) і зміну теплоємності (DTA). За похідними діаграмами визначали величину втрати маси (Δm) досліджуваного зразка при певній температурі. Дериватограми досліджуваних зразків розроблених цукерок наведені в додатку Д.

Аналізуючи результати кривих температури (T) можна спостерігати поступове підвищення температури всередині зразків при їх нагріванні. В інтервалі температур від 215 до 230 °C відзначається деякий перегин на кривій T всіх зразків. Менш різке підвищення температури можна пояснити ендотермічними перетвореннями, які підтверджуються наявністю ендопіку у вказаному інтервалі температур на кривій DTA .

Описуючи криві TG , що характеризують зменшення маси зразків, можна відмітити їх повільне зниження за температур вище 26-37 °C. Однак на кривих також є деякий прогин, що збігається з температурами закінчення ендотермічного процесу – близько 150-190 °C.

Криві DTA показують виражений тепловий ефект, який пов'язаний з процесом, що відбувається з поглинанням тепла і притаманний усім дослідним зразкам. Аналізуючи дані кривої за методикою описаною в роботі [106], можна побачити, що для всіх дослідних зразків інтервали температур ендопіків проходять через різні температурні зони та показують різку кількість видалення газової фази, основу якої складає вода.

Встановлено, що у всьому діапазоні досліджуваних температур (17-230°C) для усіх зразків цукерок, включаючи контрольний зразок, спостерігається безперервна втрата маси, яка наприкінці дослідження становить від 52,38 % до

63,62 %. Серед усіх зразків найбільш інтенсивна втрата маси спостерігалася в зразку з частковою заміною цукру білого кристалічного ПД і становила на 19,8% більше ніж в контрольному зразку. Найменша втрата маси відбувалася в зразку на основі комбінації лактози і фруктози та була на 1,3 % менше за загальну втрату вологи в контрольному зразку. Це свідчить про те, що волога зразках знаходиться в різних формах з різною силою зв'язків. При зберіганні виробів інтенсивність видалення вологи буде залежати від кількості в них вільної вологи, бо саме вона видаляється з цукерок під час зберігання, викликаючи зміни в їх консистенції.

Для визначення кількості вільної та зв'язаної вологи в кондитерських виробках було використано припущення, запропоноване проф. Дорохович А.М., що волога, яка видаляється при прогріванні зразку до температури кипіння є вільною, а після цієї температури - зв'язаною. Температуру кипіння кожного зразку цукерок на основі різних цукрів приймали як кінцеву температуру кипіння помадних сиропів, адже це значення залежить від виду цукру та його концентрації в сиропі. В таблиці 5.4.1 представлені дані аналізу дериваторам досліджуваних зразків цукерок.

Таблиця 5.4.1- Кількість вільної та зв'язаної вологи в зразках цукерок на основі різних цукрів

Зразки цукерок	Температура кипіння, °С	Маса залишку, %	Зменшення маси зразка, %	Масова частка вологи до загальної кількості, %	
				«вільна» волога,	«зв'язана» волога
Зразок на основі сахарози	118	46,91	53,09	22,80	77,20
Зразок на основі глюкози	120	45,81	54,19	33,87	66,13
Зразок на основі комбінації лактози і фруктози	117	46,72	53,28	21,48	78,52
Зразок на основі комбінації тагатози і фруктози	115	47,62	52,38	18,29	81,71
Зразок на основі комбінації сахарози і ПД	120	36,38	63,62	24,18	75,82

Аналіз даних отриманих методом диференціально-термічного аналізу показує, що найбільша частка зв'язаної вологи спостерігається у зразку на основі комбінації тагатози і фруктози і на 5,8 % більша, ніж у контрольного зразку. На нашу думку, це пов'язано з тим, що це волога переважно представлена міцним водневим зв'язком, що утворюється між молекулами води і моносахаридами. Саме в цьому зразку цукерок найвища концентрація цукрів (табл.4.2.4). В зразку на основі комбінації лактози і фруктози теж кількість зв'язаної вологи на 1,7 % вище за значення контрольного зразку, що можна пояснити присутністю в рецептурі цього зразка цукерок максимальної кількості фруктози, що володіє найвищою здатністю серед усіх моносахаридів приєднувати молекули води [50]. Також на збільшення кількості зв'язаної вологи вплинула присутність в рецептурі цих цукерок какао-порошку, що утримує частину вологи в мікро- і макрокапілярах.

Менша частка зв'язаної вологи по відношенню до загальної кількості вологи притаманна зразкам на основі глюкози та з частковою заміною цукру ПД. По-перше, на нашу думку, це пов'язано з тим, що цим зразкам характерні максимальні значення загальної кількості видаленої вологи (таблиця 5.4.1 стовпчик «зменшення маси зразка»), що можна пояснити присутністю в рецептурах виробів гідроколоїдів, що вносяться в гідратованому вигляді, а отже внесенням додаткової вологи. По-друге, зв'язок між гідроколоїдами і водою є менш міцним за зв'язок між молекулами води і цукрами. Гідроколоїди передбачають осмотичне зв'язування вологи, що володіє низькою енергією зв'язку, в порівнянні зі зв'язком, обумовленим міжмолекулярною взаємодією між молекулами води і цукрами [105].

Проведені дослідження пояснюють більш інтенсивну втрату вологи зразками цукерок на основі глюкози і з частковою заміною цукру полідекстрозою, що супроводжується збільшенням міцності цих зразків (рис. 5.3.3, п. 5.3). Для решти зразків спостерігається уповільнення десорбційних процесів, що можна пояснити наявністю в них більш міцних зв'язків між молекулами води і присутніх в рецептурі цукрів.

Для запобігання швидкої втрати розробленими цукерками своїх початкових характеристик, можна частково загальмувати небажані десорбційні процеси в них шляхом пакування виробів. Однак, для більшої ефективності цього прийому є доцільність в здійсненні підбору раціонального способу пакування та пакувальних матеріалів.

5.5 Дослідження зміни кристалічності зразків цукерок на основі різних цукрів та підбір раціонального способу їх пакування

Для забезпечення стабільності цукерок кристалічної структури під час їх зберігання одним з дієвих шляхів може бути раціональний підбір способу пакування та пакувального матеріалу, використання яких дозволить уникати контакту виробу з нестабільними характеристиками оточуючого середовища та запобігти небажаних явищ сорбції і десорбції виробів.

При зберіганні цукерок кристалічної структури за рахунок видалення вологи відбувається збільшення кількості їх твердої фази, укрупнення кристалів, що починають відчуватися на смак і суттєво погіршують споживчі характеристики виробів. При виборі раціонального способу пакування нами проводилися дослідження кристалічності розроблених зразків, що зберігалися упакованими в різний спосіб в пакувальний матеріал на основі біоорієнтованого поліпропілену (ВОРР) виробництва компанії «ІТАК» (Україна).

З метою визначення ефективності пакування виробів зразки зберігали при нормативних умовах непакованими; пакованими в традиційний спосіб для помадних цукерок – «в перекрутку», для цього був використаний пакувальний матеріал на основі ВОРР, що володіє «твіст-ефектом» та пакованими способом «флоу-пак», що забезпечує повну герметичність виробу, для цього способу обраний пакувальний матеріал на основі ВОРР придатний для холодного спаювання, яке забезпечує герметичність пакування.

Визначення кристалічності в наших дослідженнях було проведено за допомогою рентгенографічного методу [9,187]. На першому етапі нами були

отримані дифрактограми досліджуваних цукрів та ПД, що наведені в додатку Е. Аналізуючи отримані дифрактограми було встановлено, що для кожного цукру характерні піки при певному куті дифракції (таблиця 5.5.1), а для ПД характерна рентгеноаморфна фаза без видимої кристалічності. Отримані результати дозволяють провести ідентифікацію цукрів в готових виробках і з'ясувати які саме цукри утворюють кристали твердої фази розроблених цукерок.

Таблиця 5.5.1.- Інтенсивність піків при зміні кутів дифракції для різних вуглеводів

Інтенсивність піків, в межах кутів дифракції 0-40	Назва вуглеводу				
	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Лактоза	Тагагоза
12	4800	-	22000	12000	-
13	-	-	8000	-	-
14	-	10500	-	-	14338
15	-	-	7000	-	-
17	-	51000	-	-	9106
18	21000	-	-	6000	-
19	-	-	17500	-	-
20	27000	-	-	150000	21899
21	12000	27000			-
22	4000	-	15000	-	-
24	-	-	-	3000	-
25	-	-	2800	-	6758
27	10500	-	-	-	-
28	-	10400	-	-	4721
29	22000	-	-	-	-
31	10000	-	-	-	-
32					5090
34					5672
37	-	-	-	17000	-

Примітка: полідекстроза є харчовим волокном, тому для неї не притаманна кристалічна структура. У зв'язку з цим для полідекстрози неможливо визначити інтенсивність піків при зміні кутів дифракції.

Дифрактограми, зняті при опроміненні всіх зразків розроблених цукерок свіжевикотворених та після зберігання протягом 1 місяця непакованими, пакованими способами «в перекрутку» та «флоу-пак» наведені на рис. 5.5.1, рис. 5.5.2, рис. 5.5.3 та рис. 5.5.4.

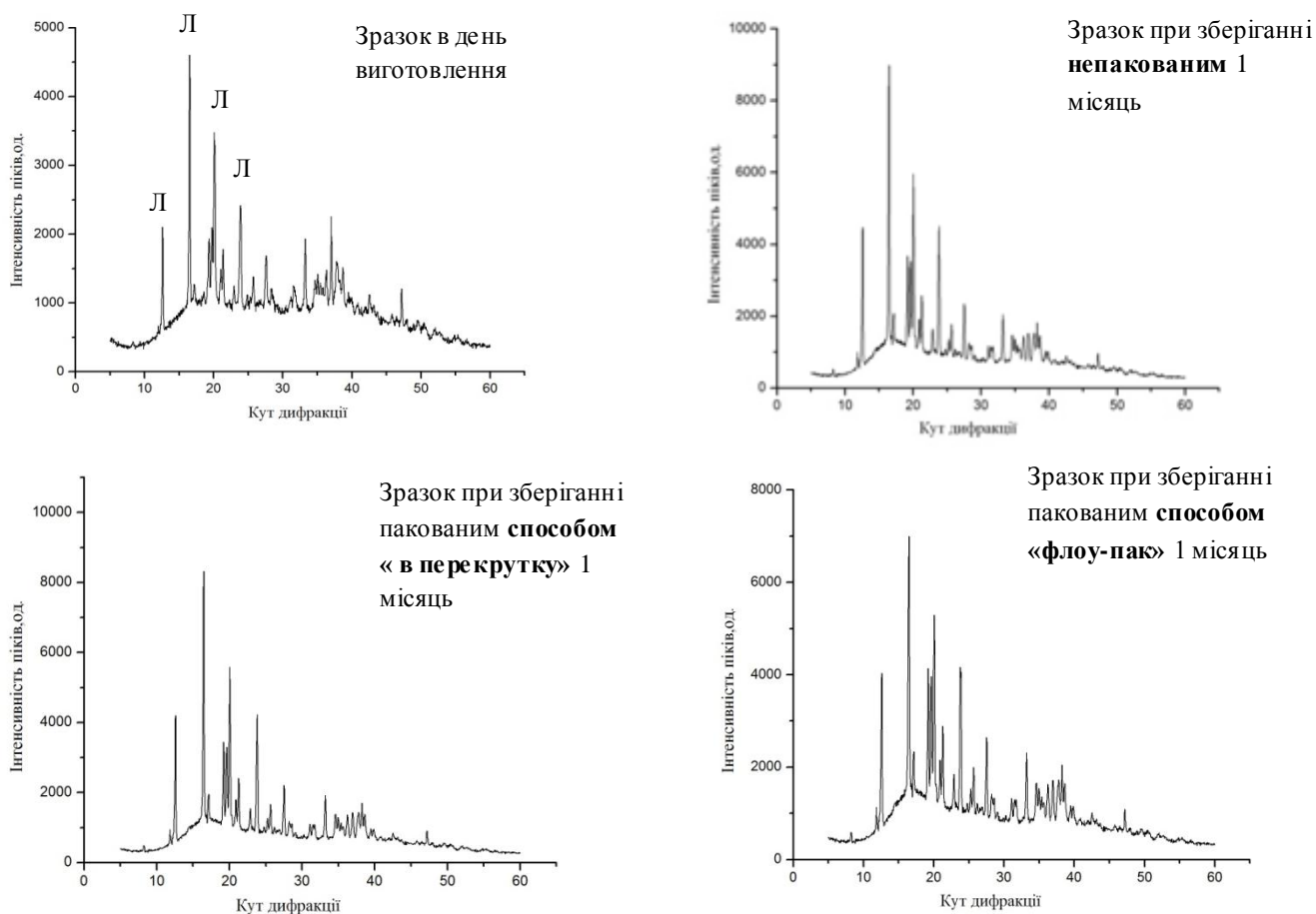
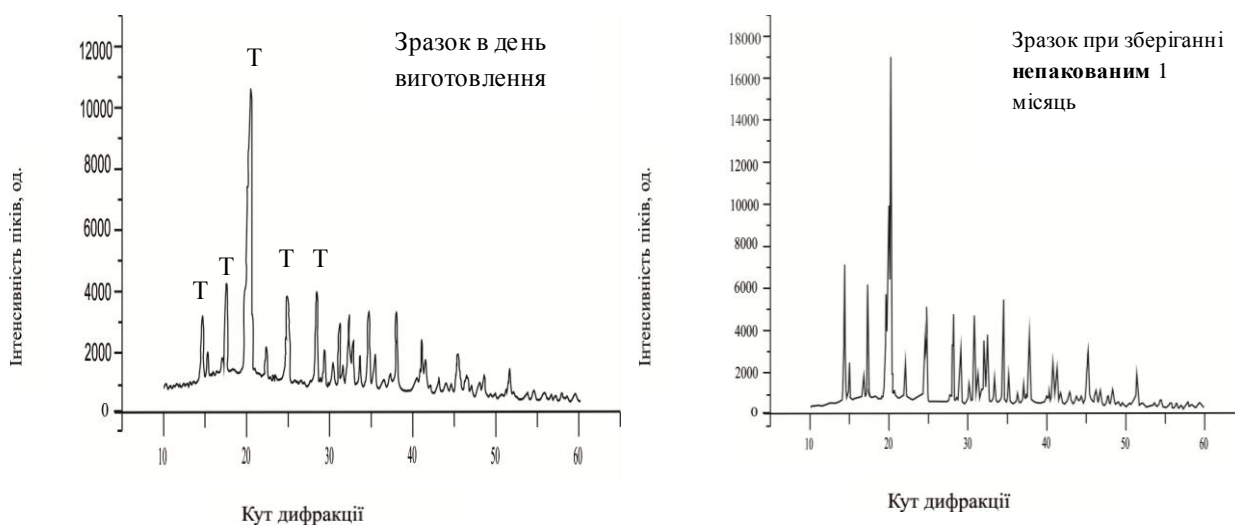


Рис. 5.5.1 - Дифрактограми зразків цукерок «Молочне сузір'я» на основі комбінації лактози і фруктози



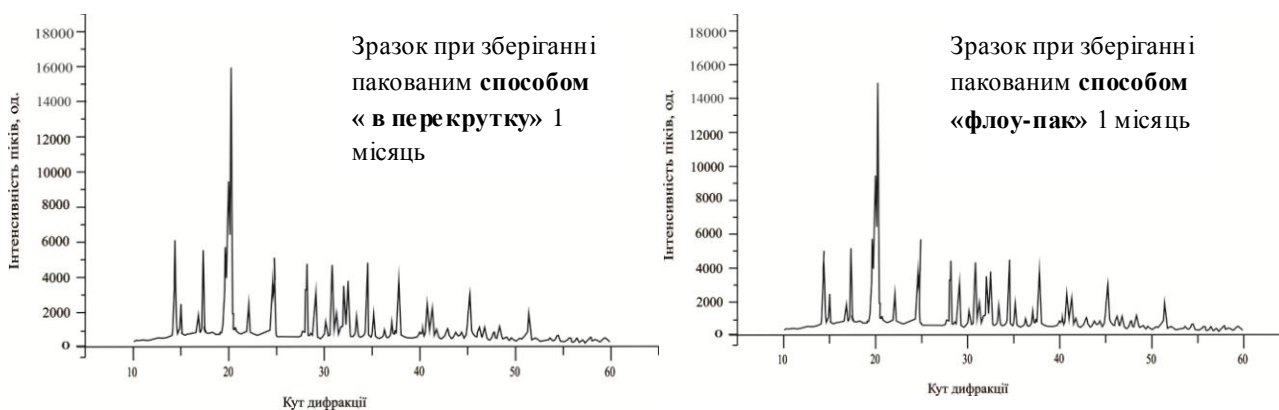


Рис. 5.5.2 - Дифрактограми зразків цукерок «Тагантіні» на основі комбінації тагатози і фруктози

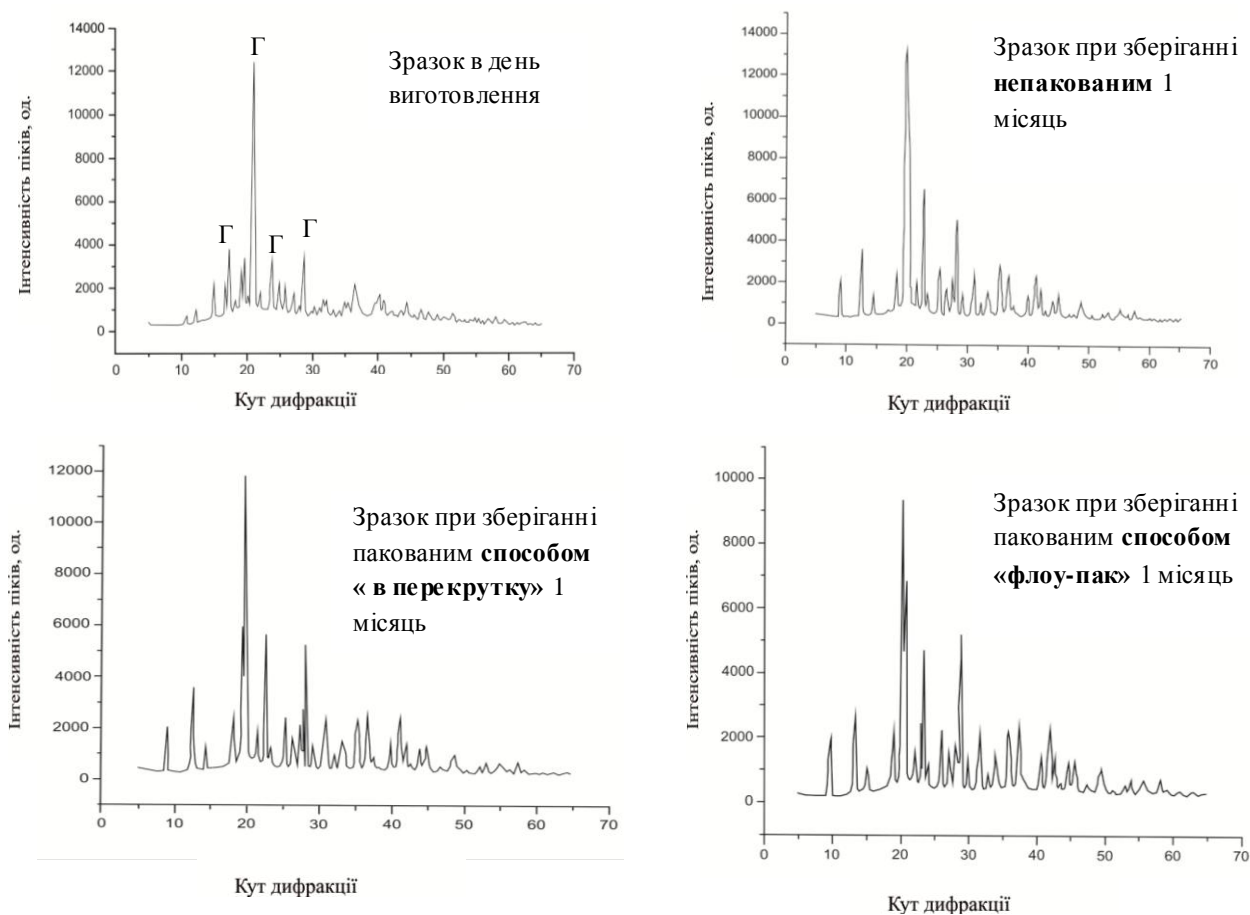


Рис. 5.5.3 - Дифрактограми зразків цукерок «Енергійна ягідка» на основі глюкози

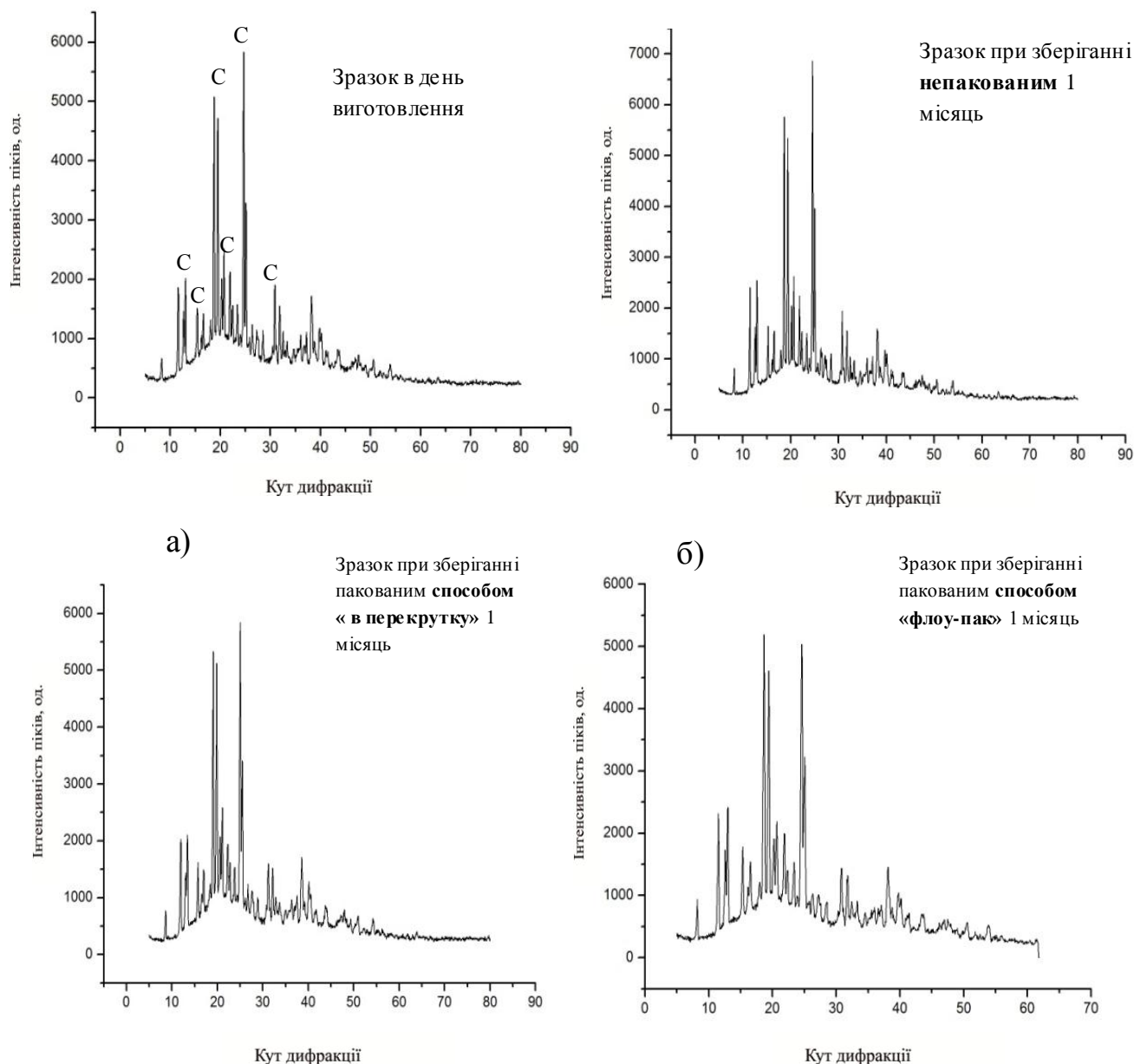


Рис.5.5.4 - Дифрактограми зразків цукерок «Ноктюрн» з 30% заміною цукру полідекстрозою

Аналізуючи отримані дифрактограми зразків цукерок знаходимо підтвердження наших попередніх припущень, що стосуються утворення твердої фази помади певними цукрами. Встановлено, що піки дифрактограм зразків цукерок виготовлених на основі комбінації тагатози і фруктози належать саме тагатозі, в зразку цукерок на основі комбінації лактози і фруктози піки характерні лактозі, а в зразку зі зниженим цукровмістом кристалічна фаза представлена саме кристалами сахарози. Це можна пояснити тим, що під час отримання помади, за рахунок охолодження та інтенсивного перемішування помадного сиропу, викристалізовуватися буде менш розчинний цукор з

відповідної їх комбінації. Фруктоза та полідекстроза, маючи високу розчинність, не будуть викристалізовуватися в процесі помадоутворення, концентруючись при цьому в рідкій фазі помадної маси.

Дослідження впливу способу пакування розроблених цукерок було здійснене шляхом аналізу збільшення кристалічності зразків цукерок після 1 місяця їх зберігання. Зміни інтенсивності піків в зразках розроблених цукерок наведені в таблиці 5.5.2.

Таблиця 5.5.2 - Інтенсивність піків при зміні кутів дифракції в зразках розроблених цукерок

кути дифракції в межах 0-40	Інтенсивність піків розроблених зразків цукерок			
	Свіжевикотвлені	Непаковані після 1 місяця зберігання	Паковані способом «в перекрутку» після 1 місяця зберігання	Паковані способом «флоу-пак» після 1 місяця зберігання
Цукерки «Енергійна ягідка» на основі глюкози				
12	1500	3700	3700	2200
18	3000	2500	2200	2000
20	12500	13200	11800	9900
21	-	10500	9500	6500
22	3000	6000	5900	4500
29	3000	5000	5000	4500
Цукерки «Молочне сузір'я» на основі комбінації лактози і фруктози				
12	2100	4400	4200	4000
17	4600	9000	8400	7100
20	3500	6000	5700	5300
21	1700	2500	2400	2500
24	2400	4300	4200	4100
28	1600	2200	2200	2400
33	1900	2000	1900	2000
37	2300	1900	1700	1600
Цукерки «Тагантіні» на основі комбінації тагатози і фруктози				
14	3100	7100	6000	5100
17	4150	6200	5320	5200
20	10900	17000	15900	15000
25	3900	5050	5000	5600
28	4020	4900	4800	4200
29	4010	3600	3450	3900
32	3000	4800	4800	4150

Продовження таблиці 5.5.2

34	3800	5800	4900	4300
Цукерки «Ноктюрн» з заміною 30 % цукру ПД				
12	1900	2200	2000	2300
13	2000	2500	2100	2400
18	5000	5700	5300	5100
19	4700	5300	5100	4600
20	2500	2600	2500	1950
24	5800	6800	4800	5000
25	3200	3900	5800	3200
30	1900	1900	900	1400
38	1700	1600	1700	1450

Порівнюючи дифрактограми свіжевикотвлених зразків цукерок та непакованих зразків після 1 місяця зберігання, спостерігаємо у всіх зразках збільшення інтенсивності піків, що свідчить про збільшення кристалічності їх твердої фази. Для зразку цукерок на основі тагатози і фруктози максимальні значення сягали 17000 (при куті дифракції $2\Theta=20$), на основі лактози і фруктози -9000 (при куті дифракції $2\Theta=17$), на основі глюкози – 13200 (при куті дифракції $2\Theta=20$) та на основі сахарози і полідекстрози – 6800 (при куті дифракції $2\Theta=24$). При аналізі дифрактограм зразків, які зберігалися пакованими способом «в перекутку» спостерігається більш повільне наростання кристалічності зразків в порівнянні з непакованими зразками. Так, зразки цукерок «Тагантіні», «Молочне сузір'я», «Енергійна ягідка» та «Ноктюрн» мають максимальне значення піків 15900, 8400, 11800 та 5300 відповідно. Найменше зростання піків спостерігається в зразках, що паковані способом «флоу-пак». Так, для цукерок «Тагантіні» максимальні значення сягали 15000, «Молочне сузір'я» -7100, «Енергійна ягідка» – 9900 та «Ноктюрн» - 5100. Разом з тим, в деяких зразках цукерок, що зберігалися пакованими способом «флоу-пак», спостерігається навіть незначне зменшення інтенсивності піків в порівнянні зі свіжевикотвленими зразками. При зберіганні інтенсивність піків зменшується у цукерках на основі комбінації лактози і фруктози при куті дифракції $2\Theta = 37$ із 2300 до 1600, у зразках на основі комбінації тагатози і фруктози при куті дифракції $2\Theta = 29$ із 4010 до

3900, у зразках на основі глюкози при куті дифракції $2\Theta = 18$ із 3000 до 2000, а при куті дифракції $2\Theta = 20$ із 12500 до 9900, у зразках на основі сахарози і полідекстрази при куті дифракції $2\Theta = 19$ із 4700 до 4600, при куті дифракції $2\Theta = 20$ із 2500 до 1950, $2\Theta = 24$ із 5800 до 5000, $2\Theta = 30$ із 1900 до 1400, $2\Theta = 38$ із 1700 до 1450. На нашу думку це пояснюється тим, що при герметичному зберіганні відбувається перерозподіл вологи між виробом і середовищем упаковки, що призводить до несуттєвого збільшення рідкої фази, за рахунок чого може відбуватися часткове розчинення існуючих кристалів і зменшення їх розмірів.

Отже, отримані результати демонструють необхідність реалізації розробленої продукції в пакованому вигляді. Найбільш раціонально здійснювати пакування герметичним способом «флоу-пак», що дозволяє загальмувати погіршення якості виробів через їх домінуючий фактор-десорбційні процеси. В подальшому цей напрям може бути більш докладно вивченим з метою з'ясування можливості подовження гарантійного терміну зберігання розроблених цукерок.

Результати досліджень, розглянутих в розділі, опубліковані в працях [26, 27, 30, 32, 71, 72, 75, 81, 85, 134].

Висновки до розділу 5

Дослідження якості цукерок кристалічної структури зі зміненим вуглеводним складом при зберіганні дозволило зробити наступні висновки:

1. Дегустаційною оцінкою встановлено, що розроблені зразки цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів вигідно відрізняються від зразка цукерок на основі традиційної цукрової помади за органолептичними показниками, так як мають більш ніжну «танучу» консистенцію, приємний, не надто солодкий смак, привабливий колір та аромат і повністю відповідають вимогам нормативної документації на цей виріб за групою органолептичних показників.
2. Визначені параметри моделей БЕТ та Френдліха і встановлено, що коефіцієнти детермінації обох моделей знаходяться в межах 0,8 - 1, що

свідчить про їх придатність для опису ізотерм досліджуваних виробів. Дослідження сорбційних властивостей розроблених цукерок показало, що при зберіганні в межах відносної вологості повітря до 70 % для всіх зразків будуть притаманні десорбційні процеси, в зразках на основі комбінації тагатози і фруктози та лактози і фруктози при відносній вологості 75 % і вище спостерігається сорбція вологи з оточуючого середовища, яка підвищується зі збільшенням значень відносної вологості повітря.

3. Встановлено, що масова частка редукуючих речовин для розроблених цукерок на основі редукуючих цукрів (глюкози, лактози, фруктози, тагатози) перевищує гранично допустиме значення, наведене в стандарті ДСТУ 4135 (рік затвердження - 2014). Але проведені дослідження сорбційних властивостей розроблених цукерок дозволили запропонувати зміни до діючого стандарту (рік затвердження - 2021), що знайшли відображення в примітці 4 до таблиці фізико-хімічних показників: «Для помадних корпусів, виготовлених на основі цукрів (глюкози, тагатози, комбінації глюкози і фруктози, тощо) масова частка редукуючих речовин повинна бути не більше 80 %». Всі розроблені зразки повністю відповідають вимогам діючого стандарту.
4. Досліджено інтенсивність десорбційних процесів в розроблених цукерках за зміною показника їх усихання. Встановлено, що найшвидше відбуваються ці процеси в зразках на основі глюкози, найменш повільно у зразках на основі комбінації лактози і фруктози.
5. За зміною граничної напруги зсуву під час зберігання зразків розроблених цукерок встановлено, що зразок на основі глюкози наближається до значень контрольного зразка після 4 тижнів зберігання непакованим, тоді як в інших розроблених цукерках збільшення їх міцності відбувається менш інтенсивно, що вказує на позитивний ефект підібраних рецептурних композицій на зміну рівноваги між рідкою і твердою фазами виробів.

6. Підтверджено вплив різних вуглеводних складових розроблених цукерок на зниження показника активності води в розроблених зразках.
7. Дослідження форм зв'язку вологи продемонструвало утворення більш міцних зв'язків в рецептурах цукерок на основі комбінацій тагатози і фруктози та лактози і фруктози, в порівнянні зі зразком на основі глюкози та з частковою заміною цукру ПД.
8. Визначення кристалічності досліджуваних вуглеводів та готових виробів дозволило ідентифікувати цукри, що утворюють тверду фазу кожного зразку цукерок та дослідити позитивний вплив процесу пакування на збереження їх початкової кристалічності. Встановлено, що для розроблених цукерок раціональним є пакування способом «флоу-пак» в пакувальні матеріали на основі ВОРР.

РОЗДІЛ 6

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ ТА ОЦІНКА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ І ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

6.1. Удосконалення технологічної схеми цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів

Основною метою наших досліджень була розробка цукерок кристалічної структури з повною або частковою заміною в рецептурі цукру білого кристалічного, які б могли виготовлятися на існуючому кондитерському обладнанні. Дослідження, результати яких наведені в розділах 3-5, стали підставою для розробки рецептур цукерок на основі різних цукрів, що дозволили отримати структуру виробів, що наближається до традиційних помадних цукерок. Для досягнення цієї мети були підібрані відповідні співвідношення цукрів та додаткові рецептурні компоненти. Уніфіковані рецептури розроблених виробів затверджені в установленому порядку спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією Асоціації «Укркондпром» наведені в додатку Б. Рецептурні співвідношення складових розроблених цукерок представлені у таблиці 6.1.1.

Таблиця 6.1.1. – Витрати сировини в натурі при виробництві цукерок кристалічної структури з різним вуглеводним складом

Найменування сировини	Витрати сировини в натурі на 1 т готової продукції, кг			
	<i>«Енергійна ягідка»</i>	<i>«Молочне сузір'я»</i>	<i>«Тагантіні»</i>	<i>«Ноктюрн»</i>
Цукор білий кристалічний	-	-	-	524,39
Глюкоза	822,52	-	-	-
Фруктоза	-	403,15	81,91	-
Лактоза	-	403,15	-	-
Тагатоza	-	-	762,95	-
Полідекстроza	-	-	-	224,74
Патока крохмальна	74,77	100,78	82,5	93,65
Пюре чорної смородини	149,55	-	-	-

Продовження таблиці 6.1.1

Підварка чорносмородинова	-	-	75,49	-
Какао-порошок	-	40,32	-	44,95
Масло вершкове	76,29	-	18,96*	74,91
Желатин	23,37	-	-	-
Карбоксиметилцелюлоза	-	-	-	7,49
Коньяк	-	-	-	0,38
Лимонна кислота	-	-	3,78	-
Ванілін	-	2,45	-	-
* Масло вершкове топлене				

Дослідження впливу рецептурних компонентів на якість н/ф та готової продукції продемонстрували необхідність внесення змін в технологію виробництва розроблених цукерок. Ці зміни, передусім, пов'язані з регулюванням параметрів технологічних операцій та появою нових додаткових операцій, що передбачають підготовку деяких рецептурних компонентів виробів.

На рис. 6.1.1 наведена принципова схема виробництва неглазурованих цукерок «Енергійна ягідка», виготовлених на основі повної заміни цукру білого кристалічного глюкозою.

Виробництво цукерок на основі глюкози включає наступні технологічні операції: підготовка сировини до виробництва; проведення набухання желатину при гідромодулі 3 ($t = 20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 20\text{-}30$ хв); приготування рецептурної суміші на основі кристалічної глюкози, пюре смородини та патоки, з використанням води в якості розчинника; приготування помадного сиропу з вмістом СР 90-91 % шляхом уварювання рецептурної суміші до кінцевої температури $120 \pm 1^{\circ}\text{C}$; отримання помадної маси шляхом збивання помадного сиропу з додатковим внесенням кристалічної глюкози в кількості 10 % до маси цукру; розтоплення желатинової маси; темперування цукеркової маси з внесенням желатинової маси та вершкового масла при температурі $60\text{-}65^{\circ}\text{C}$; формування виробів шляхом відливання у безкрохмальні (силіконові) форми за температури маси $60\text{-}65^{\circ}\text{C}$, структуроутворення корпусів при $t = 12\text{-}15^{\circ}\text{C}$,

протягом 10-15 хв; виймання виробів із форм та подавання їх на пакування способом «флю-пак», фасування загорнутої продукції в гофротару та її маркування. Зберігання запакованих виробів здійснюють за температури $t = 18 \pm 3^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря $\phi \leq 75\%$.

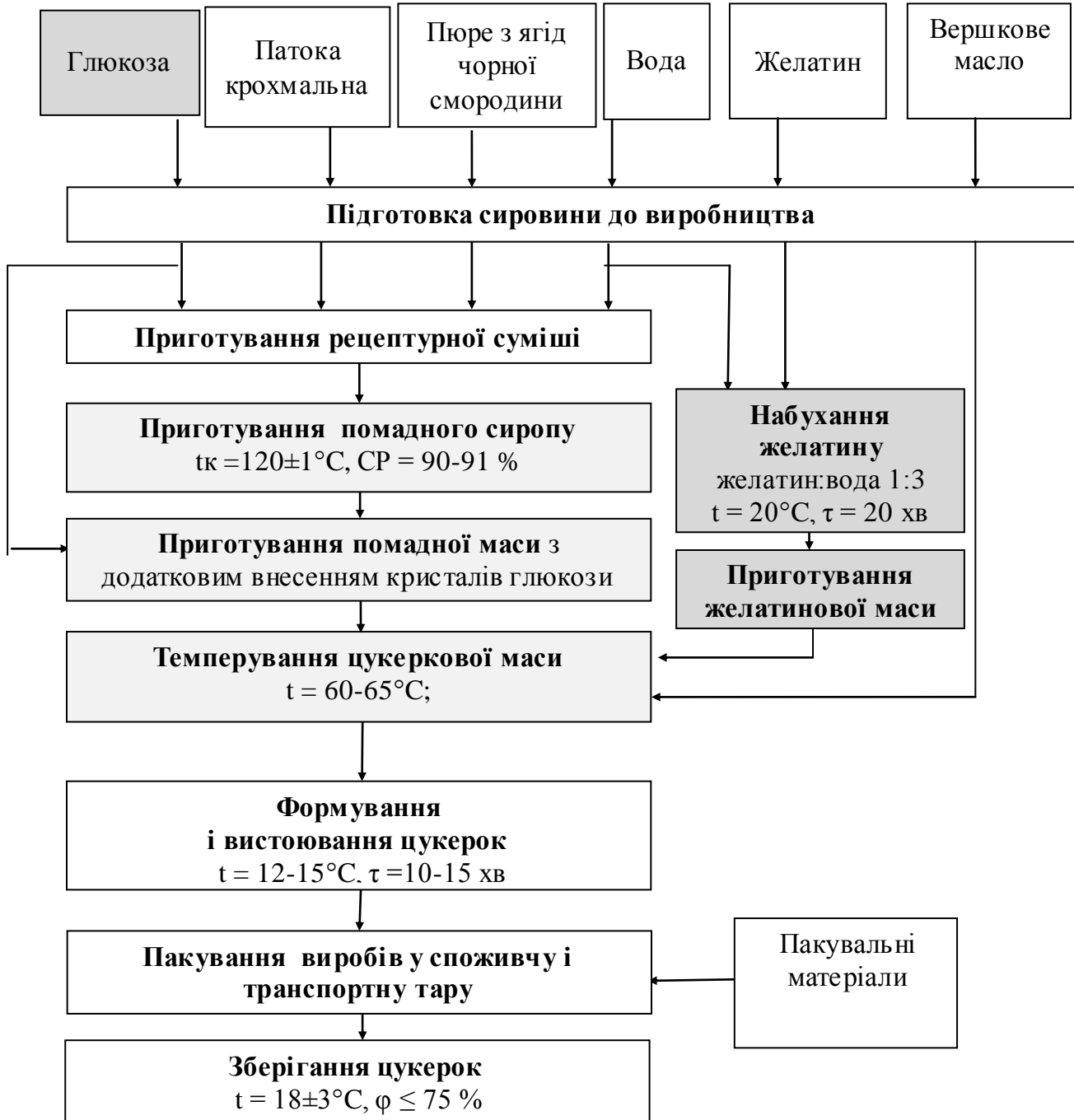


Рис. 6.1 – Принципова схема виробництва цукерок «Енергійна ягідка» на основі глюкози

На рис. 6.2 наведена принципова схема виробництва неглазурованих цукерок «Молочне сузір'я», виготовлених на основі повної заміни цукру білого кристалічного комбінацією лактози і фруктози.

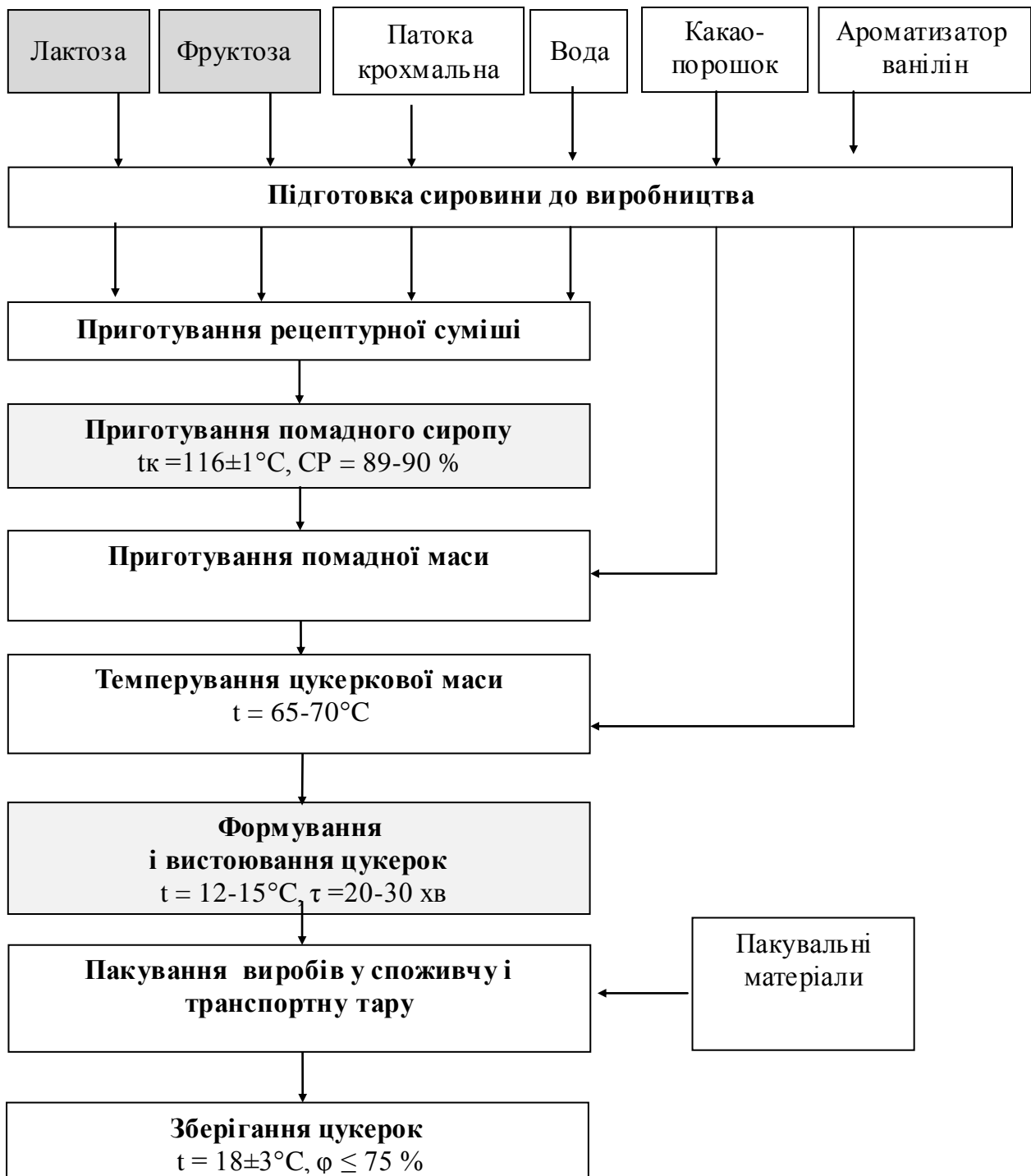


Рис. 6.1.2 – Принципова схема виробництва цукерок «Молочне сузір'я» на основі комбінації цукрів лактози і фруктози

Виробництво цукерок на основі лактози і фруктози включає наступні технологічні операції: підготовка сировини до виробництва; приготування рецептурної суміші на основі лактози, фруктози та патоки, з використанням води в якості розчинника; приготування помадного сиропу з вмістом СР 89-90 % шляхом уварювання рецептурної суміші до кінцевої температури $116 \pm 1^\circ\text{C}$; отримання помадної маси шляхом збивання помадного сиропу з додатковим внесенням какао-порошку 4 % до кількості сиропу; темперування цукеркової маси за температури $65-70^\circ\text{C}$ з внесенням ароматичних речовин; формування цукерок шляхом відливання у безкrohмальні (силіконові) форми, структуроутворення корпусів при $t = 12-15^\circ\text{C}$, протягом 20-30 хв; виймання виробів із форм та подавання їх на пакування способом «флоу-пак», фасування загорнутих цукерок в транспортну тару та її маркування. Зберігання запованих виробів здійснюють за температури $t = 18 \pm 3^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря $\phi \leq 75\%$.

На рис. 6.3 наведена принципова схема виробництва неглазурованих цукерок «Тагантіні», виготовлених на основі повної заміни цукру білого кристалічного комбінацією тагатози і фруктози.

Виробництво цукерок на основі тагатози і фруктози включає наступні технологічні операції: підготовка сировини до виробництва; приготування рецептурної суміші на основі тагатози, фруктози та патоки, з використанням води в якості розчинника; приготування помадного сиропу з вмістом СР 89-90 % шляхом уварювання рецептурної суміші до кінцевої температури уварювання $115 \pm 1^\circ\text{C}$; отримання помадної маси шляхом збивання помадного сиропу і одночасного охолодження; темперування цукеркової маси за температури $65-70^\circ\text{C}$ з внесенням смакових компонентів: підвару з ягід чорної смородини, топленого вершкового масла та лимонної кислоти; формування цукерок шляхом відливання у безкrohмальні (силіконові) форми, структуроутворення корпусів при $t = 12-15^\circ\text{C}$, протягом 10-15 хв; виймання виробів із форм та подавання їх на пакування способом «флоу-пак», фасування загорнутих цукерок в транспортну тару та її маркування. Зберігання

запакованих виробів здійснюють за температури $t = 18 \pm 3^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря $\varphi \leq 75\%$.

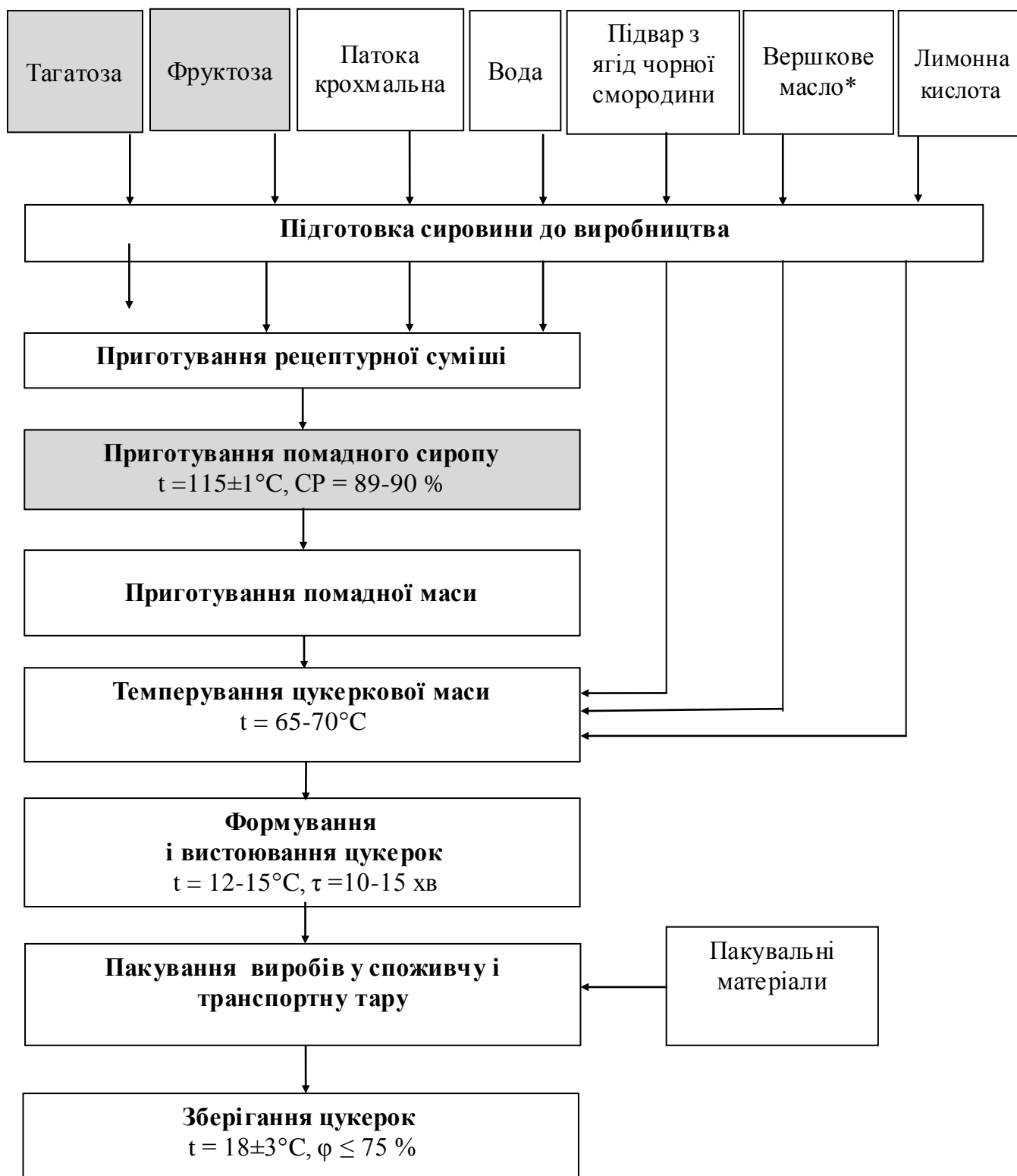


Рис. 6.3 – Принципова схема виробництва цукерок «Тагантіні» на основі комбінації цукрів тагатоzi і фруктози

На рис. 6.4 наведена принципова схема виробництва неглазурованих цукерок «Ноктюрн», виготовлених на основі часткової заміни цукру білого кристалічного харчовим волокном полідекстрозою.

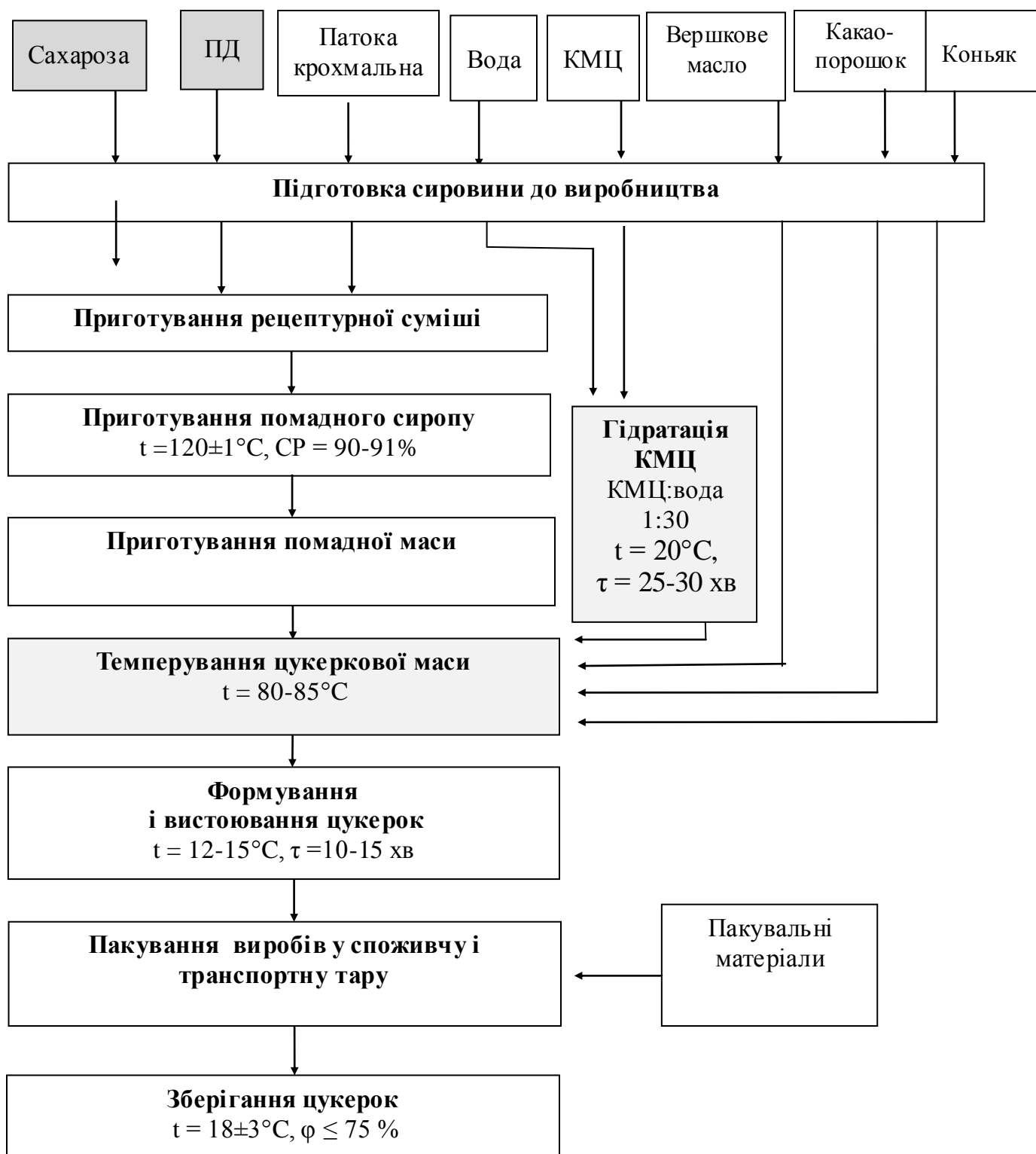


Рис. 6.4 – Принципова схема виробництва цукерок «Ноктюрн» зі зниженим цукровмістом

Виробництво цукерок на основі сахарози з частковою заміною її харчовим волокном ПД включає наступні технологічні операції: підготовка сировини до виробництва; здійснення гідратації карбоксиметилцелюлози при гідромодулі 30 ($t = 20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 25\text{-}30$ хв); приготування рецептурної суміші на основі сахарози, полідекстрози та патоки, з використанням води в якості розчинника; приготування помадного сиропу з вмістом СР 90-91 % шляхом уварювання рецептурної суміші до кінцевої температури уварювання $120\pm 1^{\circ}\text{C}$; отримання помадної маси шляхом збивання помадного сиропу; темперування цукеркової маси за температури $80\text{-}85^{\circ}\text{C}$ з внесенням гідратованої КМЦ, какао-порошку, вершкового масла та коньяку; формування шляхом відливання у безкрохмальні (силіконові) форми, структуроутворення корпусів при $t = 12\text{-}15^{\circ}\text{C}$, протягом 10-15 хв; виймання виробів із форм та подавання їх на пакування способом «флоу-пак», фасування загорнутих цукерок в транспортну тару та її маркування. Зберігання запакованих виробів здійснюють за температури $t = 18\pm 3^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості повітря $\phi \leq 75\%$.

Розроблені вироби можна виготовляти як періодичним способом в цехах невеликої потужності, так і на потоково-механізованих лініях. Апаратурно-технологічна схема виробництва розроблених цукерок із застосуванням в якості провідного обладнання – відливального агрегату «Вінклер і Дюннебир» представлена на рис. 6.5.

Підготовка сировини і напівфабрикатів здійснюється відповідно до «Технологічної інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва» [7] і «Інструкцією щодо попередження потрапляння сторонніх предметів в готову продукцію» [97]. Всі види сировини повинні відповідати вимогам нормативної документації чи мати сертифікат відповідності.

Для цукерок на основі глюкози передбачено приготування желатинової маси. На цьому етапі желатин згідно рецептури завантажується в темперувальний збірник з мішалкою (4), куди додається переварена вода, охолоджена до температури $30\text{-}40^{\circ}\text{C}$ у співвідношенні на одну вагову частину желатину 3 частини води, після гідратації в водяну сорочку збірника подається

гаряча вода для розчинення желатину з можливістю перекачування желатинової маси плунжерним насосом (5) і її дозування вже на етапі темперування цукеркової маси. Для цукерок на основі комбінації сахарози і полідекстрази передбачено використання гідроколоїду КМЦ, яка теж використовується у гідратованому вигляді. Для цього її в темперувальному збірнику (4) з'єднують з перевареною охолодженою водою у співвідношенні 1:30 і залишають на 30 хв для гідратації.

Для приготування рецептурної суміші, в залежності від рецептури, сахароза, глюкоза, фруктоза, тагатоza, лактоза, полідекстроза з витратних бункерів (9) за допомогою стрічкових дозаторів (10), а патока та ягідне пюре з витратних ємкостей (8) вносяться у горизонтальний змішувач з водяною сорочкою (11). Вода подається у змішувач в кількості 20 % до загальної маси сипкої сировини. Готова рецептурна суміш перекачується в проміжну ємкість (12), звідки плунжерним насосом (5) подається у змішувачу варильну колонку (13), де уварюється до відповідного вмісту сухих речовин, залежно від рецептурного складу цукерок, при тиску гріючої пари 0,4-0,6 Мпа. Уварений сироп проходить через паровідокремлювач (14) і з температурою 115-120° С (залежно від найменування виробів) безперервно надходить у воронку помадозбивальної машини (16), проходячи попередньо охолоджувальний барабан (15), де відбувається додаткове охолодження сиропу, де відбувається надходження його в помадо збивальну машину.

Приготування помади

Приготування помади безперервним способом здійснюється в шнековій помадозбивальній машині ШАС-800 (16). Помадозбивальна машина складається з горизонтального циліндра, в якому обертається полий шнек зі швидкістю обертів 320 об⁻¹. Машина має 6 секцій, три з яких робочі, одна-приймальна, дві-опорні. В робочих секціях витки шнеку мають ще зубці, які призначені для інтенсивного збивання сиропу в помаду при одночасному інтенсивному охолодженні. Подача охолоджувальної води з температурою 15-17°С здійснюється в кожну робочу секцію і в шнек окремо.

При виготовленні цукерок «Енергійна ягідка» та «Молочне сузір'я» разом із сиропом передбачено внесення в помадозбивальну машину кристалічної глюкози та какао-порошку, відповідно. Їх дозування відбувається з витратного бункера (9) за допомогою стрічкового дозатору (10).

Приготування цукеркової маси

Готова помада з температурою 35-40 °С з помадозбивальної машини одразу надходить в темперувальну машину (17), де здійснюється темперування цукеркової маси за відповідних температур, а також вручну вносяться смакові рецептурні компоненти, а для цукерок «Енергійна ягідка» та «Ноктюрн» додатково додається вноситься желатинова маса та гідратована КМЦ, відповідно.

Формування корпусів цукерок

Цукеркова маса з темперувальної машини за допомогою шестеренчатого насосу по трубопроводу надходить у лійку відливальної головки установки «Winkler & Dünnebier» для відливання (19) в безкrohrмальні форми, де вона маленькими поршневіми насосами порціями дозується у форми. Форми з відлитими корпусами надходять до охолоджувальної камери (18), де відбувається структуроутворення цукерок протягом 10-30 хв при температурі 12-15°С. З охолоджувальної камери цукерки поступають в камеру для вибірки з форм. Цукерки з форм виштовхуються за допомогою штовхача і укладаються правильними рядами на сітчастий транспортер та направляються на пакування.

Пакування цукерок

Готові цукерки за допомогою вібророзподільовача формують ряди, у вигляді яких направляються на загортання на пакувальних машинах (23), що герметично пакують вироби в полімерні матеріали на основі ВОРР способом «флоу-пак». Загорнуті вироби через скребковий транспортер (24) подаються в бункер-накопичувач (25), а далі пакуються в ящики з гофрокартону, що розміщені на вагах (26). Ящики з цукерками оклеюються, стрічка-скотч повинна щільно прилягати до гофроящика, не допускається подвійне

обклеювання ящиків. Пакування та маркування цукерок проводять згідно діючої нормативно-технічної документації.

Удосконалення технології виробництва цукерок кристалічної структури зі зміненим вуглеводним складом знайшло відображення в Технологічних інструкціях по виробництву цукерок на основі глюкози «Енергійна ягідка», на основі комбінації лактози і фруктози «Молочне сузір'я», на основі комбінації тагатози і фруктози «Тагантіні», на основі комбінації сахарози і полідекстрази «Ноктюрн», що затверджені в установленому порядку спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією Асоціації «Укркондпром» (**додаток В**).

Удосконалені технології розроблених цукерок захищені деклараційними патентами на корисну модель України № 143081 (цукерка «Енергійна ягідка»); № 131045 (цукерки «Тагантіні») та № 143084 (цукерки «Ноктюрн») (**додаток І**).

Технології розроблених цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів були апробовані у виробничих умовах на підприємствах ЗАТ «Житомирські ласощі» в м. Житомир, ТОВ «Арсенал-ПАК» в м. Костянтинівка, Донецької області, СОК «Чиста Флора» в с. Спас Івано - Франківської області та ФОП «Лазарева І.С.» («Cake Productoin») м. Київ, (**додаток Ж**), були рекомендовані для впровадження у виробництво.

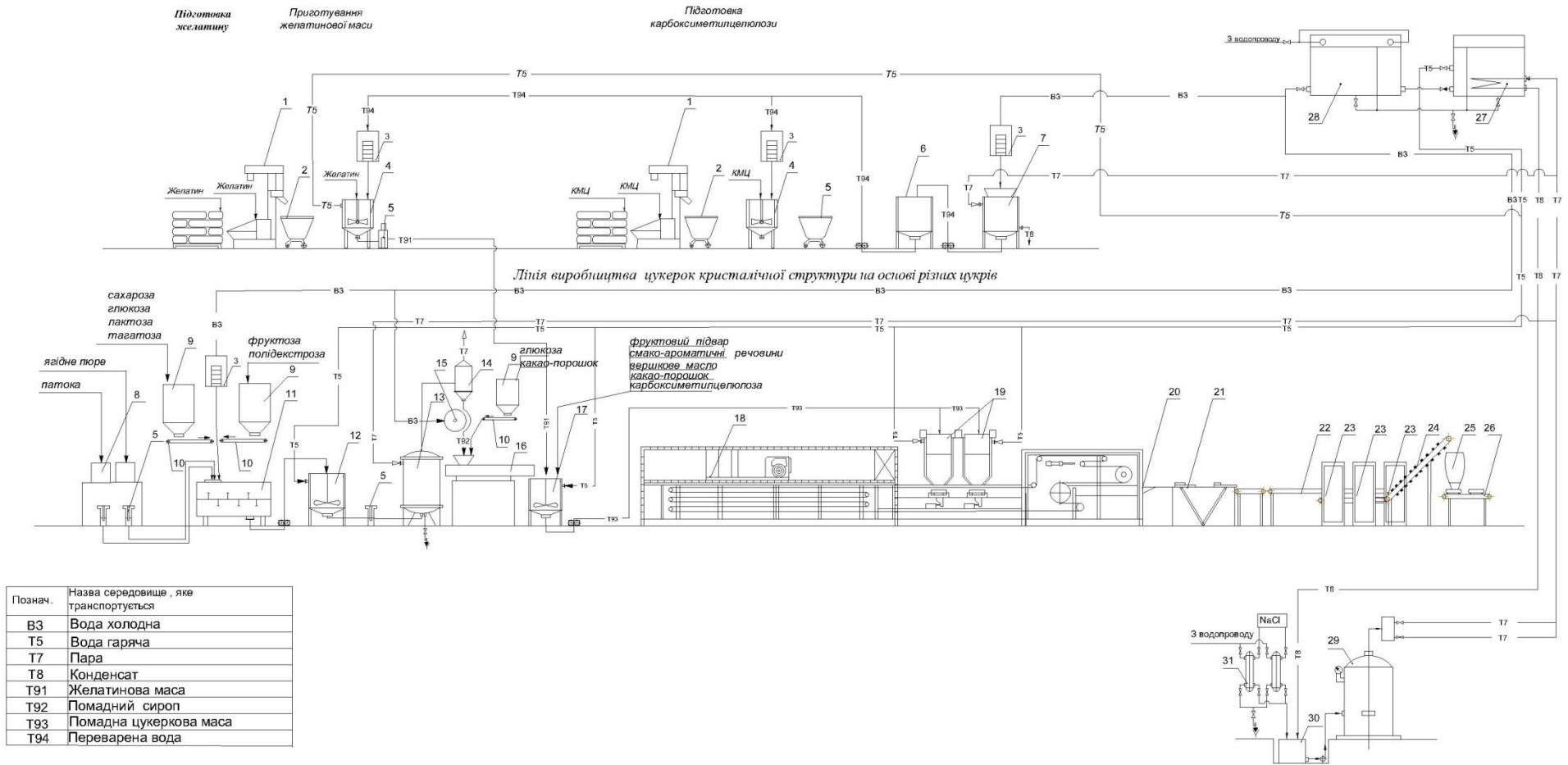


Рис. 6.5 - Апаратурно-технологічна схема виробництва цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів

6.2 Кваліметрична оцінка цукерок на основі різних цукрів за комплексним показником якості

Оцінку якості цукерок зі зміненим вуглеводним складом проводили за комплексним показником якості, що враховує основні вимоги кваліметрії [69].

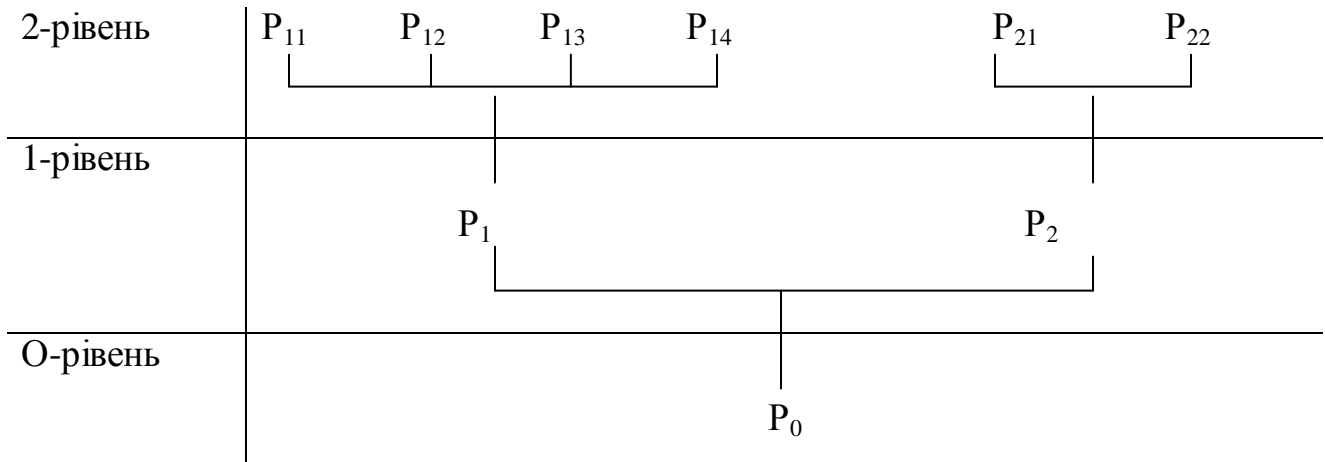


Рис.6.6 - Ієрархічне дерево властивостей цукерок кристалічної структури

На рис. 6.6 наведено ієрархічне дерево властивостей розроблених зразків цукерок, яке враховує вимоги до цих виробів згідно ДСТУ 4135:2021 «Цукерки. Загальні технічні умови» за групою органолептичних показників (P₁): P₁₁ - смак і аромат, P₁₂ - колір, P₁₃ – зовнішній вигляд , P₁₄ - форма та фізико-хімічних (P₂): P₂₁ - масова частка вологи, P₂₂ - масова частка редукуючих речовин.

Для помадних цукерок, виготовлених при повній заміні сахарози на моно- та дисахариди, які є редукуючими цукрами, використовували поправку до показника масової частки редукуючих речовин, яка не повинна перевищувати 80 %.

Для визначення комплексного показника якості (K₀) визначали коефіцієнти вагомості (M_i) кожного показника з урахуванням основних принципів кваліметрії, $\sum_{i=0,1}^n M_i = 1,0$, тобто $M_1 + M_2 = 1,0$, $M_{11} + M_{12} + M_{13} + M_{14} = 1,0$; $M_{21} + M_{22} = 1,0$. Коефіцієнти вагомості, які було визначено методом Делфі шляхом експертного опитування викладачів, аспірантів та магістрантів кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ.

Розрахунок комплексного показника проводили за формулою:

$$K_0^1 = M_1 \cdot \left(M_{11} \frac{P_{11}}{P_{11}^6} + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^6} + M_{13} \frac{P_{13}}{P_{13}^6} + M_{14} \frac{P_{14}}{P_{14}^6} \right) + M_2 \cdot \left(M_{21} \frac{P_{21}}{P_{21}^6} + M_{22} \frac{P_{22}}{P_{22}^6} \right)$$

(6.1)

Значення K_0 відповідає такій оцінці: $K_0 = 0,9 \dots 1,0$ – оцінка «відмінно»; $K_0 = 0,75 \dots 0,89$ – оцінка «добре»; $K_0 = 0,50 \dots 0,74$ – оцінка «задовільно»; $K_0 = 0,49$ і менше - оцінка «незадовільно».

Оцінювання органолептичних показників зразків цукерок здійснювалося за 5-ти бальною шкалою, групою експертів у складі 9 осіб і визначалися середньоарифметичні значення для кожного показника. На основі проведених досліджень органолептичних та фізико-хімічних показників якості було розраховано комплексний показник якості розроблених виробів. Повний його розрахунок наведений в додатку Є.

В таблиці 6.12 наведені значення комплексного показника якості свіжевиготовлених неглазурованих помадних цукерок зі змінним вуглеводним складом.

Таблиця 6.2 – Значення комплексного показника і оцінка якості розроблених цукерок

Характеристика за комплексним показником	Назва виробу				
	Контрольний зразок	«Енергійна ягідка»	«Молочне сузір'я»	«Тагантіні»	«НоктюРН»
Значення комплексного показника	0,78	0,92	0,96	0,95	0,90
Оцінка	добре	відмінно	відмінно	відмінно	відмінно

Дані таблиці 6.2 демонструють, що всі зразки досліджуваних цукерок за комплексним показником, який враховує вимоги ДСТУ до органолептичних та фізико-хімічних показників, відповідають оцінці «відмінно» та «добре». Всі розроблені зразки мали вищу оцінку за контрольний зразок цукерок на основі цукрової помади, що свідчить про перспективність їх впровадження і потенційний попит на таку продукцію, завдяки її високій якості, в першу чергу

за органолептичними показниками. Але для того, щоб привернути увагу потенційних споживачів окрім високої якості продукції необхідно додаткові чинники, які пов'язані з впливом цих виробів на стан самопочуття людини. Тому важливо проаналізувати розроблені зразки за такими споживчими показниками, що продемонструють їх важливий соціальний ефект.

6.3 Розрахунок соціального ефекту від впровадження розроблених цукерок кристалічної структури

Важливим завданням нашої роботи було досягнення певного соціального ефекту від впровадження розроблених цукерок. Враховуючи той факт, що в рецептурах розроблених виробів застосовуються цукри, що мають різний глікемічний індекс (табл. 1.4.1, п.1.4), а інноваційний цукор тагатоza і харчове волокно ПД мають значення показника калорійності нижчі від інших використовуваних цукрів, було доцільно провести розрахунок калорійності та показника глікемічності розроблених цукерок. Результати проведених розрахунків представлені на рис. 6.7 та рис. 6.8.

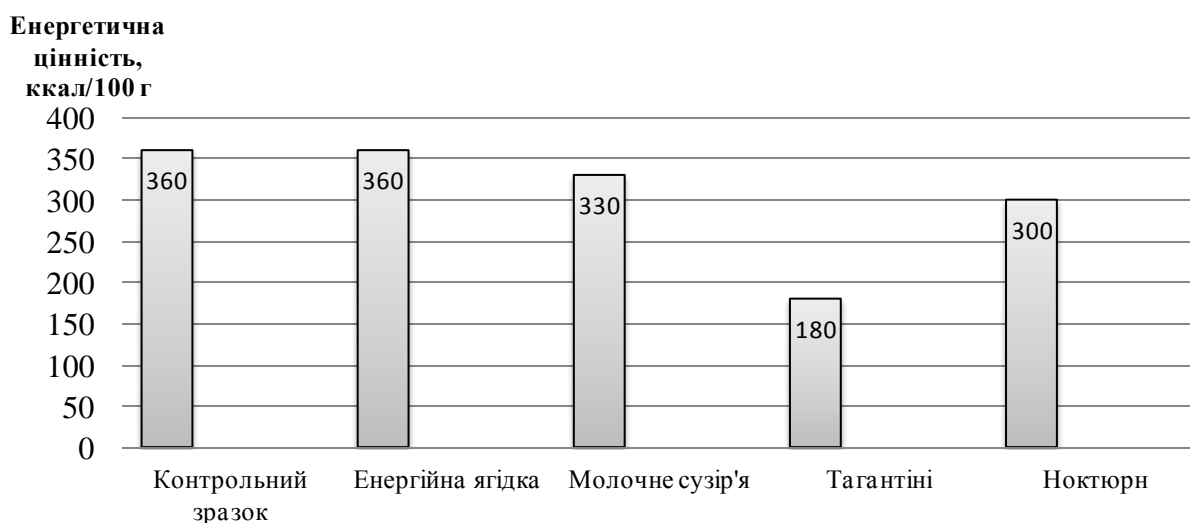


Рис.6.7 - Енергетична цінність (калорійність) цукерок кристалічної структури

Показник
глікемічності, од

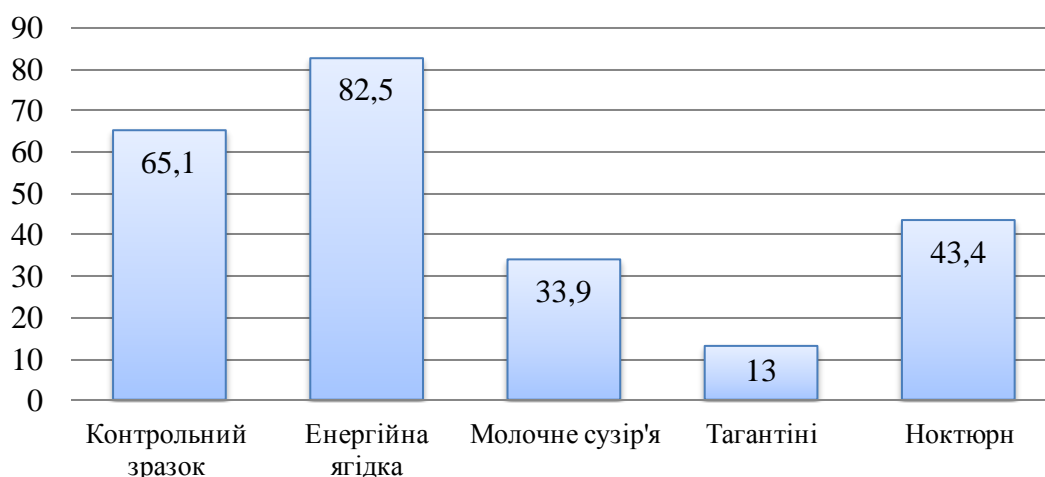


Рис. 6.8 - Значення показника глікемічності цукерок кристалічної структури

Розрахунок калорійності розроблених зразків цукерок показав, що до категорії харчових продуктів із середньою калорійністю (до 250 ккал/100 г продукту) [22] можна віднести цукерки «Тагантіні», які мають найменшу калорійність серед досліджуваних зразків (в двічі менше ніж калорійність контрольного зразка помадних цукерок та цукерок «Енергійна ягідка»). Всі інші цукерки відносяться до висококалорійних продуктів, але в цукерках «Ноктюрн» спостерігається певне зниження калорійності на 17 % за рахунок часткової заміни цукру ПД. Більш виразний соціальний ефект спостерігається при аналіз значень показника глікемічності розроблених цукерок. Так, заміна сахарози на тагатозу і фруктозу в цукерках «Тагантіні», лактозу і фруктозу в цукерках «Молочне сузір'я» і часткова заміна сахарози на ПД в цукерках «Ноктюрн» забезпечила зниження показника глікемічності виробів на 80 %, 48 % та 40 % відповідно. Показник глікемічності цих цукерок дозволяє позиціонувати їх, як солодощі з низьким показником глікемічності (ПГ < 55 од.). Вироби на основі глюкози мають високу калорійність і показник глікемічності, тому вони не рекомендуються до вживання споживачам, що мають захворювання пов'язані з порушенням вуглеводного обміну. Проте, враховуючи що глюкоза є цукром, який найлегше засвоюється організмом, ці

цукерки можна рекомендувати особам із підвищеною фізичною та розумовою активністю, в якості швидкого джерела енергії, а також дітям, для запобігання ацетономічного синдрому.

6.4 Розрахунок економічної ефективності від впровадження удосконалених технологій цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів

Фінальним етапом розробки цукерок кристалічної структури зі змінним вуглеводним складом є розрахунки собівартості готової продукції та економічної ефективності її виробництва. Детальний економічний розрахунок виробництва розроблених зразків цукерок кристалічної структури наведено в **додатку К**, а основні економічні показники представлені в табл. 6.3.

Всі зразки розроблених цукерок мають більші виробничні затрати в порівнянні з класичними помадними цукерками. Різниця в собівартості виробів зумовлена тим, що у їх складі використовуються види цукрів, що мають різну вартість, а також рецептури розроблених цукерок містять більшу кількість рецептурних інгредієнтів, переважно натурального походження.

Проаналізувавши вітчизняний ринок помадних неглазурованих цукерок було встановлено, що середня ціна на даний вид продукції становить 120-160 грн /кг. Розрахувавши економічну ефективність технології виробництва помадних цукерок зі змінним складом відзначаємо, що роздрібна ціна 1 кг продукції збільшується порівняно з традиційним асортиментом: для цукерок «Тагантіні» – в 3 рази, для цукерок з глюкозою «Енергійна ягідка» – в 1,4 рази, для цукерок «Молочне сузір'я» – в 1,1 рази. Ціна цукерок «Ноктюрн» є близькою до ціни неглазурованих помадних цукерок, що випускаються підприємствами країни. В той же час, прибуток підприємства при реалізації таких виробів буде прямопропорційно зростати до зростання собівартості виробів. Найвища роздрібна ціна притаманна зразку на основі комбінації тагатози та фруктози, що може частково знизити попит на ці вироби, однак ми маємо надію, що застосування цього цукру буде поширюватися при виробництві різних груп

харчових продуктів, що призведе до збільшення його виробітку в промислових масштабах і призведе до зменшення собівартості цього компоненту.

Таблиця 6.3 - Калькуляція витрат на виробництво 1т цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів

Стаття калькуляції	«Таганці»	«Енергійна ягідка»	«Молочне сузір'я»	«Нюкпорн»
Сировина та основні матеріали	251433,55	110831,00	90313,60	70592,36
Допоміжні та таропакувальні матеріали	3566,4	3566,4	3566,4	3566,4
Транспортно-заготівельні витрати	12750,00	5719,87	4694,00	3707,94
Паливо та електроенергія техн. потреби	3885,78	3885,78	3885,78	3885,78
Основна заробітна плата робітників	517,2	517,2	517,2	517,2
Додаткова заробітна плата	1051	1051	1051	1051
Відрахування на ЕСФ	345	345	345	345
Підготовка та освоєння виробництва	51,7	51,7	51,7	51,7
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	362,04	362,04	362,04	362,04
Загальновиробничі витрати	362,04	362,04	362,04	362,04
Виробнича собівартість	274324,71	126692,03	105148,76	84441,46
Адміністративні витрати	25500,0	8460	9388,0	7415,9
Витрати на збут	22950,0	10295,8	8449,2	6674,3
Повні витрати	322774,70	145447,80	122985,96	98531,62
Рентабельність, %	10	10	10	10
Прибуток	32277,4698	14544,7796	12298,596	9853,16224
Відпускна ціна підприємства (ціна без ПДВ)	355052,17	159992,58	135284,56	108384,78
ПДВ (при ставці податку 20%)	71010,43	31998,52	27056,91	21676,96
Відпускна ціна	426062,60	191991,09	162341,47	130061,74
Відпускна ціна за 1 кг, грн.	426,06	191,99	162,34	130,06
Торгівельна націнка, %	15	15	15	15
Роздрібна ціна 1 кг виробу	489,97	220,79	186,69	149,57

Вже зараз відомо, що виробництвом та реалізацією тагатози у промислових масштабах почала займатися китайська компанія Anhui Elite Industrial Co, яка реалізує тагатошу за оптовою ціною від 100 грн/кг, що

дозволяє казати про перспективність та конкурентоспроможність цукерок на основі тагатози на вітчизняному ринку солодошів.

Правильна рекламна компанія нових цукерок і розробка стратегії просування на ринку, що спираються на їх соціальний ефект є запорукою високої конкурентоспроможності цих виробів та інтересу з боку потенційних споживачів різних верств населення та уподобань.

Отримані результати засвідчують, що основа мета наших досліджень по удосконаленню технологій цукерок кристалічної структури на основі різних цукрів, що можуть виготовлятися на існуючому кондитерському обладнанні, задля розширення потенційного кола споживачів, в тому числі і тих, хто має проблеми з вуглеводним обміном досягнута.

Результати досліджень, розглянутих в розділі, опубліковані в працях [71, 83, 87].

Висновки до розділу 6

1. Удосконалено принципові схеми виробництва цукерок кристалічної структури зі зміненим вуглеводним складом, з внесенням корегувань параметрів основних технологічних операцій та врахуванням необхідності проведення додаткових операцій підготовки гідроколоїдів.
2. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва цукерок з кристалічною структурою на основі різних цукрів із використанням існуючого кондитерського обладнання.
3. Розроблені та затверджені рецептури і технологічні інструкції на неглазуровані цукерки «Енергійна ягідка», «Молочне сузір'я», «Тагантіні», «Ноктюрн».
4. Проведена апробація нових цукерок в виробничих умовах підприємств ЗАТ «Житомирські ласощі» в м. Житомир, ТОВ «Арсенал-ПАК» в м. Костянтинівка, Донецької області та СОК «Чиста Флора» в с. Спас Івано - Франківської області, ФОП «Лазарева І.С.» («Cake Productoin») м. Київ. Новизна розроблених видів та удосконаленої технології цукерок підтверджена отриманням 3 патентів України на корисну модель.

5. Проведено оцінку якості розроблених цукерок за комплексним показником, що враховує вимоги до органолептичних та фізико-хімічних показників зазначені в ДСТУ 4135:2021 «Цукерки». Встановлено, що всі розроблені зразки, виготовлені у виробничих умовах, мають оцінку «відмінно», що вказує на їх високу якість та відповідність стандарту.
6. Розраховано енергетичну цінність (калорійність) та показник глікемічності розроблених цукерок для підтвердження соціального ефекту від удосконалення їх технології. Встановлено, що цукерки «Тагантіні» відносяться до низькокалорійних харчових продуктів та можуть мати статус виробу з низьким показником глікемічності.
7. Розраховано економічну ефективність удосконалених технологій цукерок зі змінним вуглеводним складом та визначено, що вартість продукції за кілограм збільшується порівняно з традиційним асортиментом: для цукерок «Тагантіні» – в 3 рази, для цукерок «Енергійна ягідка» – в 1,4 рази, для цукерок «Молочне сузір'я» – в 1,1 рази. Вартість цукерок «Ноктюрн» є близькою до ціни неглазурованих помадних цукерок, що випускаються підприємствами країни.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети роботи здійснено удосконалення технології цукерок кристалічної структури шляхом раціонального використання вуглеводних компонентів: цукрів (сахарози, глюкози, фруктози, лактози, тагатози) та харчового волокна полідекстрази.

1. На підставі аналізу інформаційних джерел сформульована актуальність розроблення цукерок на основі різних цукрів; розглянуті особливості формування кристалічної структури помадних мас; проаналізовано шляхи розширення асортименту цукерок за рахунок повної чи часткової заміни цукру білого кристалічного в їх рецептурі; визначені наукові підходи по створенню цукерок кристалічної структури на основі комбінації різних цукрів, харчового волокна ПД із застосуванням додаткових рецептурних компонентів: гідроколоїдів, какао-порошку, ягідної сировини, вершкового масла.

2. Обґрунтована і експериментально доведена можливість отримання цукеркових мас дрібнокристалічної структури на основі різних цукрів. Виявлено, що для отримання дрібнокристалічної маси на основі глюкози необхідною є технологічна операція внесення глюкози в кристалічному вигляді на етапі помадоутворення в кількості 10 % до маси помади, а з метою інтенсифікації процесу кристалізації встановлення доцільності зниження рН помадного сиропу до 3,0-3,5. Встановлено, що застосування цукрів фруктози, лактози і тагатози доцільно здійснювати в комбінаціях: лактоза: фруктоза = 1:1, тагатоза : фруктоза = 9:1, що забезпечує отримання дрібнокристалічної структури цукеркової маси. Визначено можливість зниження частки цукру на 30 % в помадних цукерках за рахунок його заміни полідекстразою, з додатковим внесенням КМЦ на етапі темперування цукеркової маси.

3. Визначено необхідність корегування режиму уварювання сиропів на основі досліджуваних цукрів. Експериментально підтверджено, що для сиропів однакової концентрації на основі різних вуглеводів властива різна температура кипіння. Встановлено, що для отримання помадного сиропу з МЧСР 88-90 % на основі комбінації лактози і фруктози його потрібно уварити до температури

116-118°C, на основі тагатози і фруктози – до 115-116°C, на основі глюкози – до 120-122°C, на основі сахарози і полідекстрази - до 118-120°C.

4. Обґрунтовано доцільність застосування в рецептурі цукерок на глюкозі пюре з чорної смородини, що вноситься на етапі приготування помадного сиропу для зміщення рН сиропу в бік значень 3,0-3,5, при яких спостерігається інтенсифікація процесу помадоутворення. Визначено позитивний вплив на збереження початкової дрібнокристалічної структури цукерок на основі глюкози застосування желатинової маси з гідромодулем 3. Оптимізовано рецептурний склад цукерок зі зміненим вуглеводним складом за комплексним показником якості, як фактором оптимізації, враховуючи такі параметри: кількість вуглеводного компонента; кількість ягідної сировини чи какао-порошку; температура уварювання помадного сиропу.

5. За результатами реологічних досліджень встановлено, що розроблені зразки на основі глюкози, комбінацій лактози і фруктози, тагатози і фруктози мали меншу ефективну в'язкість, а зразок зі зниженим цукровмістом за рахунок заміни 30 % цукру ПД мав більшу в'язкість в порівнянні з контрольним зразком. Встановлено, що регулювання в'язкості цукеркових мас можливо шляхом зміни їх температури і для забезпечення якісного процесу формування шляхом відливання визначені раціональні режими процесу темперування: для зразка на глюкозі - 60-65°C, для зразка на лактозі і фруктозі - 65-70°C; для зразка на тагатозі і фруктозі – 65-70°C, а для зразка з ПД – 80-85°C.

Встановлено, що для набуття необхідної міцності корпусів цукерок, що забезпечуватиме якісне виймання виробів з форм лише зразок на основі комбінації лактози і фруктози потребує збільшення тривалості вистоювання в 2 рази в порівнянні з контрольним зразком.

Дослідження фракційного складу розроблених цукерок показало, що основна частина твердої фази зразків представлена переважно кристалами розмірами до 20 мкм. Для контрольного зразку вміст фракцій кристалів розмірами до 15 мкм становить 90,2 %, для зразка на основі глюкози – 96,8 %, для зразка на основі комбінації лактози і фруктози – 93,4 %, для зразка на

основі комбінації тагатози і фруктози – 92,8 %, для зразка з 30%-ю заміною цукру ПД – 100 %, що засвідчує високу якість виробів.

Відмінності режимів проведення технологічних операцій враховані при удосконаленні технологічних інструкцій та апаратурно-технологічної схеми виробництва розроблених цукерок.

6. Встановлено, що всі розроблені зразки помадних цукерок відповідають за органолептичними та фізико-хімічними показниками вимогам, що зазначені в ДСТУ 4135:2021 «Цукерки». Для розроблених цукерок на основі редукуючих цукрів була врахована поправка, запропонована нами до останньої редакції стандарту, щодо вмісту редукуючих речовин, який для цукерок на основі редукуючих цукрів не повинен перевищувати 80 %. Підставою для надання пропозиції до внесення поправки в стандарт стали дослідження сорбційних властивостей розроблених цукерок, що продемонстрували відсутність залежності між поняттями «редуючий цукор» і «гігроскопічність».

Дослідження сорбційних властивостей розроблених цукерок показало, що при зберіганні в межах відносної вологості повітря до 70 % для всіх зразків притаманні десорбційні процеси, в зразках на основі комбінації тагатози і фруктози та лактози і фруктози при відносній вологості 75 % і вище спостерігається сорбція вологи з оточуючого середовища, яка підвищується зі збільшенням значень відносної вологості повітря.

Досліджено зміну показників якості розроблених цукерок при зберіганні. Встановлено, що найшвидше відбувається процес усихання, що провокує збільшення граничної напруги зсуву, в зразку на основі глюкози, найменш повільно цей процес відбувається у зразку на основі комбінації лактози і фруктози, що пояснюється наявністю в цьому зразку гігроскопічної фруктози. Досліджено вплив різних вуглеводних складових розроблених цукерок на зниження їх показника активності води та визначено форми вологи в виробах.

Визначено кристалічність досліджуваних вуглеводів та готових виробів, що дозволило ідентифікувати цукри, які утворюють тверду фазу кожного зразку цукерок та дослідити позитивний вплив процесу пакування на

збереження їх початкової кристалічності. Встановлено, що для розроблених цукерок раціональним є пакування способом «флоу-пак» в пакувальні матеріали на основі ВОРР.

7. Розроблено і затверджено у встановленому порядку рецептури та технологічні інструкції на всі розроблені цукерки на основі різних цукрів: «Енергійна ягідка», «Молочне сузір'я», «Тагантіні», «Ноктюрн».

Удосконалено принципові схеми виробництва цукерок зі зміненим вуглеводним складом та апаратурно-технологічну схему виробництва цукерок з кристалічною структурою на основі різних цукрів із використанням існуючого кондитерського обладнання.

Технології пройшли апробацію в виробничих умовах підприємств ЗАТ «Житомирські ласощі» в м. Житомир, ТОВ «Арсенал-ПАК» в м. Костянтинівка, Донецької області та СОК «Чиста Флора» в с. Спас Івано - Франківської області, ФОП «Лазарева І.С.» («Cake Productoin») м. Київ. Новизна технологічних рішень підтверджена отриманням 3 патентів України на корисну модель.

Проведено оцінку якості розроблених цукерок за комплексним показником, яка засвідчує, що всі розроблені зразки, виготовлені у виробничих умовах, мають оцінку «відмінно» і вказує на їх високу якість та відповідність стандарту.

Розраховано енергетичну цінність (калорійність) та показник глікемічності розроблених цукерок. Встановлено, що цукерки «Тагантіні» відносяться до низькокалорійних харчових продуктів та можуть мати статус виробу з низьким показником глікемічності.

Розраховано економічну ефективність удосконалених технологій цукерок зі зміненим вуглеводним складом та визначено, що вартість продукції за кілограм збільшується порівняно з традиційним асортиментом: для цукерок «Тагантіні» – в 3 рази, для цукерок «Енергійна ягідка» – в 1,4 рази, для цукерок «Молочне сузір'я» – в 1,1 рази. Вартість цукерок «Ноктюрн» є близькою до ціни неглазурованих помадних цукерок, що випускаються підприємствами країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архипова, В.І., & Язвінська, Н.В. (2021) Сучасні тренди ринку натуральних солодошів, *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи»*. Київ
2. Башта, А. О. & Івчук, Н. П.(2017) Розроблення способу отримання помадних цукерок оздоровчої дії. *International Scientific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus Special Edition*. Україна, Дніпро-Болгарія, Варна <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/27035>
3. Бісквіт-шоколад. (2022) *Продукція*. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <https://biscuit.com.ua/produkcija>
4. Бісквіт-шоколад (2022) *Продукція на фруктозі*. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <https://biscuit.com.ua/produkcija/diabetic-products>
5. Бодров, В.С., Зав'ялов, В.Л., & Мисюра, Т.Г. (2008). *Математико-статистичні методи досліджень: Курс лекцій для магістрантів*. Київ: НУХТ.
6. Божок, О.С. (2016) *Удосконалення технології жувальної карамелі спеціального призначення* (Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук). Національний університет харчових технологій. Київ
7. Бут, С. А., Бобровник О.Г., & Оболкіна В.І.(1997) *Технологічні інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва цукерок, ірису та шоколаду*. Київ: ЗАТ «Укркондитер»
8. Вайсеро, О., Кохан, О., Оболкіна, В. & Крапивницька І. (2017) Використання гідролізованого морквяного пюре в технології помадних цукерок. *Продовольча індустрія АПК*. 2. 40 – 44.
9. Веселовська, Н. Р., Посвятенко, Е. К., Солона, О. В., & Будяк, Р. В. (2018) *Методи дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів: Навчальний посібник*. Вінниця: ВНАУ
10. *Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб* (2006) ДСТУ 4619:2006 від 01 листопада 2007. Київ: Держстандарт України
11. *Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин* (2006) ДСТУ 4683:2006. від 1 жовтня 2007 року. Київ: Держстандарт України
12. *Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин* (2008) ДСТУ 4910:2008 від 01 січня 2009. Київ: Держстандарт України
13. *Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів* (2008) ДСТУ 5059:2008 від 01 січня 2010. Київ: Держстандарт України

14. Воловик, Л.С., Ковалевська, Є.І., Манк, В.В., Мірошніков, О.М., Подаревська, О.В., Сербова, М.І., Тимохін, В.В., & Федоренко, Г.А. (1999) Колоїдна хімія: підр. В.В.Манк (ред.). Київ: УДУХТ
15. Гавва, О.О. (2006) *Удосконалення технологій неглазурованих цукерок з метою подовження терміну їх зберігання*. (Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук). Національний університет харчових технологій. Київ
16. Гавва, О.М., Токарчук, С.В. & Васильківський К.В.(2012) *Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи дослідження процесів та узагальнення їх результатів»*. Київ: НУХТ
17. Гавва, О. О. & Дорохович, А. М. (2008) Новітня технологія помадних цукерок з жувальним ефектом. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 74. 187-193. <http://hdl.handle.net/123456789/13031>
18. Грабовська, О. В., Штангеева Н.І., Майданець, О.М., Кузнєцова, І.В., & Гордійчук, Н.І. (2004) *Спосіб виробництва глюкозної помади* (Патент України на винахід №70674 А). Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент)<https://base.uipv.org/search/INV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=86303&chapter=biblio>
19. Грабовська, О.В., Ковалевська, Є.І, Максимова, І.М., & Подобій, О.В.(2017) *Фізична і колоїдна хімія: навч. посібник*. Київ: НУХТ
20. Грабовська, О.В. (2019) *Технології крохмалю і крохмалепродуктів: підручник*. Київ: НУХТ
21. Грінінг, К. Р., & Десик М. Г.(2022) Зміна гранулометричного складу суспензій лікарських і косметичних засобів під час оброблення у бісерному млині. *Наукові праці НУХТ*, 28(4), 72-82 DOI: 10.24263/2225-2924-2022-28-3-8
22. Грибан, В.Г. (2012) *Валеологія: підручник*, 2-ге видавництво. Київ: Центр учбової літератури
23. Грицайова, А., Остапенко, Є., & Дорожинська, О. (2021) Застосування харчової добавки полідекстрази (Е-1200) під час розробки помадних цукерок зниженої калорійності та глікемічності *Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції: «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні*, 30 листопада, 2021р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.67-69
24. Дедишина Л.(2014) Завдяки молоку! *Фармацевт практик*. 5-6, 44-45

25. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2020) Удосконалення технології цукерок на основі глюкози з метою подовження терміну їх зберігання. *Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 2-3 квітня 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.124

26. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2021) Зміна якості неглазурованих цукерок кристалічної структури на основі комбінації цукрів лактози та фруктози протягом їх зберігання. *Харчова промисловість*, 30,18-28 DOI: [10.24263/2225-2916-2021-30-4](https://doi.org/10.24263/2225-2916-2021-30-4)

27. Дорожинська О.С., & Кохан, О.О.(2021) Прогнозування поведінки неглазурованих помадних цукерок зі зниженою калорійністю та глікемічністю під час їх зберігання. *Матеріали Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*, 15 вересня 2021 р. м. Київ, Україна: НУХТ, С. 95-97

28. Дорожинская, О.С., & Кохан, Е.А. (2021) Исследование влияния различных сахаров на параметры уваривания сиропов для помадных конфет на их основе. *Материалы Международной научно-практической конференции по случаю 80-летия профессора/академика ГААС Гурама Ткемоладзе*, 20-21 ноября.2021 г., г. Тбилиси, Грузия: Технический университет, С.76-78

29. Дорожинська, О.С. & Кохан, О.О. (2021) Дослідження температури кипіння розчинів різних цукрів. *Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції»*, 9-10 листопада 2021 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.92-93

30. Дорожинська, О.С., Бусько, А.О., & Кохан,О.О. (2022) Аналіз ізотерм сорбції зразків помадних цукерок з різним вуглеводним складом. *Матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, квітень-травень, 2022 р., м. Київ, Україна: НУХТ Ч.1. – С.89

31. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2022) Дослідження ефективної в'язкості цукеркової помадної маси зі зниженим цукровмістом. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» та «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві»*. м. Київ, Україна: НУХТ, С. 51-53

32. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2022) Аналіз ізотерм сорбції помадних цукерок зі зниженим цукровмістом для прогнозування поведінки під час зберігання. *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в*

контексті євроінтеграції», 8 листопада 2022 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С. 73-75

33. Дорожинська, О.С., Чернишева, А.В., & Кохан, О.О. (2023) Дослідження в'язкості водних розчинів сахарози, тагатози і фруктози. *Materials of the 7th International scientific and practical conference «Science and innovation of modern world»*, March 23-25, 2023. London, United Kingdom: Cognum Publishing House, 192-196 p.

34. Дорожинська, О.С., Чернишева, А.В., & Кохан, О.О. (2023) Дослідження ефективної в'язкості цукеркових помадних мас зі зміненим вуглеводним складом. *Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 3–7 квітня 2023 р., Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.140

35. Дорохович, А.М., & Гавва, О.О. (2005) *Неглазуровані цукерки з жувальним ефектом*. (Патент України № 14371 Україна). Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=89779>

36. Дорохович, А. М., Ковбаса, В. М., Гуліч, М. П., Дорохович, В. В., & Яременко, О. М. (2009) *Спосіб визначення показника глікемічності харчового продукту* (Патент України № 40623 Україна). Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=127075>

37. Дорохович, А. М. (2011) *Технологія карамелі* : навчальний посібник. Київ : Інкос

38. Дорохович, А.М., & Ковбаса, В.М. (2015) *Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів*: лабораторний практикум. Київ: Інкос

39. Дорохович, А.М., Дорохович, В.В., Кохан, О.О., Мазур, Л.С. & Божок, О.С. (2016) Оцінка якості цукрозамінників за комплексним показником. *Харчова промисловість*. 20, 34-40

40. Дорохович, А. М., Божок, О.С. & Мазур, Л.С.(2016) Тагатоza і мальтитол – інноваційна сировина при виробництві жувальної карамелі. *Харчова наука і технологія*. 10(1), 43-48

41. Дорохович, В.В. (2017) Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю. *Наукові праці НУХТ*. Том 23, № 4. С. 199-206 DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-4-26

42. Дорохович, А. М. (2017) Цукри, цукрозамінники, підсолоджувачі та їх використання при виробництві кондитерських виробів. *Здобутки та*

перспективи розвитку кондитерської галузі : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Київ

43. Дорохович, А.М., Дорохович, В.В., & Зінченко, Т.В. (2018). *Оптимізація технологічних процесів галузі: Підручник*. Київ: «ІНКОС».
44. Дорохович, А. М., Кобилінська, О. В., Мурзін, А. В., & Кияниця, С. Г. (2019) *Технологія пастили, зефіру, маршмелоу* : навчальний посібник за редакцією Дорохович А.М. Київ: ІНКОС
45. Іванюта, А. О., & Нестеренко Н.А. (2017). Товарознавчі аспекти застосування гідроколоїдів для виробництва харчових продуктів. *Научний взгляд в будуще*, 1(13-01), 75–79. <https://doi.org/10.30888/2415-7538.2019-13-01-027>
46. ЖЛ (2022) *Дієтична продукція*. Офіційний сайт. Доступно за адресою: https://zl.com.ua/catalog/dietary_products/
47. Запорізька кондитерська фабрика (2022) *Каталог продукції*. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <http://zkf.ua>
- Захарченко, Ю., & Зварич, Н.М. (2013) Дослідження процесу збивання кондитерської помади. VII Всеукраїнська студентська науково - технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». Тернопіль
48. Казіміров, В.П., & Качур О.В. (1994) Рентгенографія полікристалів: Навч. посібник. К.: ВПЦ «Київський університет»
49. Калетнік, Г.М., Коваленко, О.В., & Брояка, А.А. (2017) Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості та її місце в економіці держави, *ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ: актуальні питання науки і практики*, № 8, С. 7-26
50. Камбулова Ю.В. (2019) *Наукове обґрунтування технологій кондитерських виробів пониженого цукровмісту і енергетичної цінності з пінною і драгледодібною структурою* (Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук). Національний університет харчових технологій. Київ
51. Корисна кондитерська (2022) *Цукерки ручної роботи*. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <https://steviasun.com.ua/catalog/tsukerki-ruchnoyi-roboti/>
52. Коркач Г.В. (2021) *Науково-практичне обґрунтування та розроблення технологій кондитерських виробів з синбіотиками* (Дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук) Одеська національна академія харчових технологій. Одеса.
53. Кохана(2022) *Цукерки*. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <https://kohana.org.ua/product-category/tsykerku/>.

54. Кохан, О. О. & Свириденко, Ю. П. (2017) Цукерки кристалічної структури з низьким показником глікемічності. (Патент України № 120729); Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=241103>
55. Кохан, О.О., Єрмакова, С.С., Вдовіченко М.А., & Онофрійчук, О.С. (2019) Помадні цукерки на тагатозі. (Патент України №131045); Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=254339>
56. Кохан, О.О. , Онофрійчук, О.С., & Моренець, А. О. (2020) Спосіб виробництва помадної маси на основі глюкози. (Патент України №143081); Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=269675>
57. Кохан, О.О. , Онофрійчук, О.С., Польських, М.А., Опалінська, Л.О. (2020) Помадна маса зі зниженою калорійністю (Патент України №143084); Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=269678>
58. Кохан, Е.А., Онофрійчук, О.С., & М.А. Польских (2020) Перспективы использования полидекстрозы в технологии помадных конфет. *Мир продуктов*, 1, 22-23 URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30785/1/Skearipvtpk.pdf>
59. Левіт І.Б., Сукманов В.О., & Афенченко Д.С.(2015) *Реологія харчових продуктів: підручник*. Полтава: ПУЕТ
60. Левіт І.Б., Сукманов В.О., & Афенченко Д.С.(2012) *Реологія харчових продуктів: підручник*. Донецьк: ДонНУЕТ
61. Лозова Т.М. (2017) Дослідження впливу інноваційних інгредієнтів на збереженість борошняних кондитерських виробів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 18, 72-75
62. Матяс, Д. С., Камбулова, Ю. В., Дорохович, А. М. & Мандзюк, І. В. (2018) Оптимізація рецептурного складу желейного мармеладу з пониженим вмістом цукру. *Наукові праці НУХТ*. 4(24), 221-232
63. Миргородська, Л.С. & Коркач, Г.В. (2019) *Композиція інгредієнтів для виробництва помадних цукерок з пребіотиком* (Патент України № 135736) Український інститут інтелектуальної власності (Укрпатент) <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=260228>
64. Моренець, А.О., Польських, М.А., Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О. (2019) Удосконалення технології неглазурованих помадних цукерок на основі глюкози. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. Київ, Україна: НУХТ, С.129-130

65. Мостенська, Г. Л., Сичевський, М. П., Рибачук-Ярова, Т. В. & Бойко, І.А.(2007). *Методичні вказівки до виконання економічної частини кваліфікаційної роботи для здобувачів спец. 7.091702 «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчових концентратів» усіх форм навчання*. Київ: НУХТ
66. Назаренко, В. О., Юдічева, О. П., & Жук, В. А. (2012). *Формування якості товарів: навчальний посібник*. Частина 1. Київ: Центр учбової літератури
67. Непомняща, Н.Ю., Денисенко, І.С., Крапивницька, І.О., Вайсеро О.О. & Оболкіна В.І. (2017) Ягоди жимолості в технології цукерок з помадно-кремовими корпусами. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. Київ
68. Оверчук, Н. О., Звягінцева-Семенець Ю. П. & Камбулова Ю. В. (2021) Мармелад з пониженою енергетичною цінністю. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Здорове харчування дітей в Україні — запорука майбутнього нації: стан і перспективи»*. Київ
69. Одарченко, Д. М. & Соколова, Є. Б.(2020) Кваліметрія : опорний конспект лекцій Харків : ХДУХТ
70. Онофрійчук, О., Кохан, О., & Хомічак, Л. (2020). Використання глюкози в технології виробництва неглазурованих помадних цукерок. *Продовольчі ресурси*, 8(14), 145-156. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-15>
71. Онофрійчук, О.С. Кохан, О.О., Камбулова,Ю.В., & Грицайова А.О. (2020) Використання полідекстрози в технології помадних цукерок. *Modern engineering and innovative technologies*, 14(1), 97-104 DOI: [10.30890/2567-5273.2020-14-01-044](https://doi.org/10.30890/2567-5273.2020-14-01-044)
72. Онофрійчук, О. С., Кохан, О. О., Камбулова, Ю. В., & Марцинкевич Л. В. (2021) Дослідження поведінки неглазурованих помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу під час їх зберігання. *Харчова промисловість*. 28, 22–33 DOI: [10.24263/2225-2916-2021-29-5](https://doi.org/10.24263/2225-2916-2021-29-5)
73. Онофрійчук, О.С., Кохан,О.О. & Биконь, О. А. (2018) Пюре з ягід журавлини в технології помадних цукерок. *Advances of science: proceedings of articles the international scientific conference*. Ukraine, Kyiv. - Czech Republic, Karlovy Vary
74. Онофрійчук, О.С., Єрмакова, С.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Низькокалорійні помадні цукерки. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді: XI Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених та студентів з міжнародною участю*, 4–6 жовтня 2018 р., м. Одеса, Україна: Одеська національна академія харчових технологій, С.71-72.

75. Онофрійчук, О.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Перспективи використання цукрів при виготовленні помадних цукерок та їх вплив на зміну кристалічності виробів під час зберігання. *Сучасний рух науки: тези доп. IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 6-7 грудня 2018 р., м. Дніпро, Україна. С. 987-990.
76. Онофрійчук, О.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Застосування глюкози при виготовленні помадних цукерок. *Майбутній науковець – 2018: Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю*, 14 грудня 2018 р., м. Сєверодонецьк, Україна: Східноукраїнський національний ун-т ім. В. Даля. С.153-154
77. Онофрійчук, О.С., Польських, М.А., Опалінська, Л.О. & Кохан, О.О. (2019) Можливості зниження калорійності помадних цукерок за рахунок використання полідекстрази. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: Тези матеріалів VIII Міжнародної науково-технічної конференції*, 5-6 листопада 2019 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.123
78. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О. (2019) Розроблення цукерок кристалічної структури на основі тагатози. *Інноваційний розвиток харчової індустрії: матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції*, 21 листопада 2019 р., м. Київ, Україна: БАРМИ, С. 63-64.
79. Онофрійчук, О.С., Старолєтова, Т.А. & Кохан, О.О.(2020) Застосування полідекстрази у технології неглазурованих помадних цукерок. *Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі»*, 19 - 20 травня 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, С.192-193
80. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О.(2020) Розширення асортименту помадних цукерок за рахунок використання в їх складі різних цукрів. *Технології харчових продуктів і комбікормів: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*, 22-25 вересня 2020 р., Одеса, Україна: ОНАХТ, С.38-39.
81. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О.(2020) Якість помадних цукерок виготовлених на основі редукувальних цукрів. *Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення : Матеріали міжнародної конференції*, 25 вересня 2020 р., Львів, Україна: «Растр-7», С.86-88
82. Онофрійчук, О.С., Грицайова, А.О., & Кохан, О.О. (2020) Полідекстроза – перспективний інгредієнт в технології цукерок. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: матеріали IX Міжнародної науково-практичної інтернет конференції*, 23 жовтня 2020 р., Прага, Чехія: Oktan Print s.r.o., С. 134-135

83. Онофрійчук, О.С., Грицайова, А.О., & Кохан, О.О. (2020) Шляхи зниження калорійності та глікемічності помадних цукерок. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*, 24 листопада 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, С.126-128.
84. Онофрійчук, О.С., Польских, М.А., & Кохан, Е.А. (2020) Разработка низкокалорийных помадных конфет с использованием полидекстрозы. *Сборник трудов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания»*, 20 - 21 февраля 2020 г., Кутаиси, Грузия: Издательство государственного университета Акакия Церетели, С. 322-325
85. Онофрійчук, О.С., Куркчі, А.В. & Кохан, О.О. (2021) Показник активності води для прогнозування поведінки помадних цукерок на основі різного вуглеводного складу під час їх зберігання. *Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті"*, 15–16 квітня 2021 р., Київ, Україна : НУХТ, Ч.1, С.129
86. Полумбрик, М.О.(2011) *Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини*: підручник. Київ:Академперіодика
87. Польських, М.А., Опалінська, Л.О., & Онофрійчук, О.С.(2020) Застосування полідекстрози в технології неглазурованих помадних цукерок. *Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті»*, 2-3 квітня 2020 р. – Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.132
88. Продовольча компанія «Ясен» (2022) *Діабетична група продукції* Офіційний сайт. Доступно за адресою: http://yasen.cn.ua/levoe_menuu/diabeticheskaya_gruppa/diabetika.html
89. Разумова, Г.В., Оскома, О.В. (2020-2021) Кондитерський ринок України: аналіз та перспективи розвитку, *Theoretical and methodological approaches to the formation of a modern system of national and international enterprises, organizations and institutions' development : collective scientific monograph*. Dallas:Primedia eLaunch. DOI 10.36074/tmafmseoid.ed-2.07
90. Рецептуры на конфеты и ирис (1971) - М.: «Пищевая промышленность»
91. Рябчевський, О. В., & Матвєєва, О. Л. (2015). Дослідження механізму сорбції іонів хрому та нікелюна мінеральних відходах агдс очищення. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, (2 (12)), 106-111

92. Сирохман, І.В. & Завгородня, В.М. (2009) *Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення*: навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури»
93. Славов, В. П. Шубенко, О. І. & Ковальчук, Т. І. (2013) *Біохімія молока та молочних продуктів*: навч. посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка
94. Стадник, С. Б. , Оболкіна, В. І. & Кохан, О.О. (2018) Використання пюре з плодів чорноплідної горобини та гуміарабіку при створенні нового асортименту цукерок з помадно-кремовими корпусами. *Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі : матеріали Міжнародних науково-практичних конференцій*. Київ
95. Стадник, С. Б. & Оболкіна, В. І. (2019) Нова технологія неглазурованих цукерок із застосуванням пюре з аронії. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій*. Київ.
96. Технологічні інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва, по виробництву цукерок, ірису та шоколаду (1997). Київ: ЗАТ «Укркондитер»
97. Ткаченко, А. С., Басова, Ю. О., & О. О. Горячова та ін..(2020) *Впровадження системи НАССР для операторів ринку харчових продуктів : практичний посібник*. А. С. Ткаченко (ред.). Полтава : ПУЕТ
98. Ущাপовський, А. О., Неміріч, О. В. & Вашека О. М. (2014) Дослідження впливу овочевих порошків на властивості помадної маси. *Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій*. Київ
99. Фіщук А.В., Польских, М.А. & Кохан О.О. (2019) 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». Київ
100. *Цукерки. Загальні технічні умови*. (2021). ДСТУ 4135-2021 від 21 жовтня 2021 року. Київ: Держстандарт України
101. Шатабаева, Э.О., Мун, Г.А., Шайхутдинов, Е.М. & Хуторянский, В.В.(2020) Желатин: источники, получение и применение в пищевой промышленности и биомедицине. *Chem Bull Kaz Nat Univ*. 3.28-46 <https://doi.org/10.15328/cb1112>

102. Штангеева, Н. І., Грабовська, О. В., Сабадаш, Н. І., & Качковський О. О. (2004) Вплив таутомерних перетворень глюкози на швидкість її кристалізації. Тези доповідей у збірнику наукових праць «Дні науки НаУКМА» Київ
103. Єрмакова, С.С., Моренець, А.О., Онофрійчук, О.С. & Кохан, О.О. (2018) Перспектива застосування інноваційного цукру - тагатози при виробництві помадних цукерок. «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»: Міжнародна науково-практична конференція. 13 вересня 2018 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.111-113.
104. Юрчак, В.Г., & Махинько, В.М. (2021) *Оптимізація та статистичні методи аналізу в харчових технологіях. Модуль 1. Оптимізація технологічних процесів виробництва борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня "Магістр" спец. 181 "Харчові технології" освітньо-професійної програми "Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів" денної та заочної форми навчання.* Київ: НУХТ.
105. Юрчак, В. Г., Карпик, Г. В., & Гордієнко, Я. (2012). Використання пектинів для поліпшення якості макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами. *Наукові праці ОНАХТ*, (42 (1)), 242-247.
106. Янчик, М.В. (2019) *Розроблення технології кондитерських напівфабрикатів з рослинними порошками і крему заварного на їх основі.* (Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук). Національний університет харчових технологій. Київ
107. Янчик, М.В., Неміріч, О.В., & Гавриш, А.В.(2017) Дослідження реологічних характеристик модельних систем кондитерського напівфабрикату з порошком з банану. *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів.* Одеса: ОНАХТ
108. Aidoo R.P., Depypere F., Afoakwa O., & Dewettinck K.(2013) Industrial manufacture of sugar-free chocolates. Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends in Food Science & Technology.* № 32. P. 84-95 <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.008>
109. Andrade, R. D., Lemus, R., & Perez, C. E. (2011). *Models of sorption isotherms for food: Uses and limitations.* Vitae, 18(3), 325–334
110. Atsukawa, K., Kudo, S., Amari, S., & Takiyama, H. (2019). Increase of solidification rate to improve quality of productivity for xylitol/sorbitol crystalline candy products. *Journal of Food Engineering*, 268, 109738. doi:10.1016/j.jfoodeng.2019.109738

111. Arvanitoyannis, I. S. (2009). *Physico-chemical studies on a wide composition range of low-moisture glucose-fructose mixtures: rates of crystallisation. International Journal of Food Science & Technology*, 44(1), 197–205. doi:10.1111/j.1365-2621.2008.01740.x
112. Beckett, S.T. (2009) *Industrial Chocolate Manufacture and Use: Fourth Edition* Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd.
113. Bell L., & Labuza T. P. (2000) *Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use*. American Association of Cereal Chemists, Biosystems Engineering, XC (1), pp. 47-61
114. BeMiller, J. N. (2019) *Carbohydrate chemistry for food scientist: book*. Third edition. Published by Elsevier Inc.& AACC International
115. BeMiller, J.N. (2019) Cellulose and cellulose-based hydrocolloids. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*, 12, 223–240.
116. Bhandari, B. R., & Hartel, R. W. (2002). Co-crystallization of Sucrose at High Concentration in the Presence of Glucose and Fructose. *Journal of Food Science*, 67(5), 1797–1802. doi:10.1111/j.1365-2621.2002.tb08725.x
117. Blanshard, J. M. V, & Mitchell, J. R. (1988) *Food structure - its creation and evaluation: book*. London (UK): Butterworths
118. Borden, W. G.; Glowaky, R. C.; Hausman, R. J.; Sklavounos, C.; Tobiassen, H. O. (1997) *Reduced polydextrose* (Patent USA Number: 5,601,863). United States Patent <https://patentimages.storage.googleapis.com/36/52/99/47054547055d8f/US5601863.pdf>
119. Bratu, M. G., Stoica, A., & Barbaros, M.(2007) The influence of additives on preparing the fondant. *The annals of 'valahia' university of târgoviște*.№3.C.5-9
120. Bronlund, J., & Paterson, T. (2004). *Moisture sorption isotherms for crystalline, amorphous and predominantly crystalline lactose powders. International Dairy Journal*, 14(3), 247–254. doi:10.1016/s0958-6946(03)00176-6
121. Bund R., & Hartel R. (2010). *Crystallization in foods and food quality deterioration*. In L. H. Skibsted, J. Risbo, & M. L. Andersen (Eds.), *Chemical deterioration and physical instability of food and beverages* (pp. 186–213). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited
122. Cancela, M. A., Álvarez, E., & Maceiras, R. (2005). Effects of temperature and concentration on carboxymethylcellulose with sucrose rheology. *Journal of Food Engineering*, 71(4), 419–424. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.10.04
123. Casaburi, A., Montoya Rojo, Ú., Cerrutti, P., Vázquez, A., & Foresti, M. L. (2018). Carboxymethyl cellulose with tailored degree of substitution obtained

from bacterial cellulose. *Food Hydrocolloids*, 75, 147–156. doi:10.1016/j.foodhyd.2017.09.002

124. Cavalier. Belgian Chocolatier (2022) Cavalier Sea shells. Official site. Retrieved from: <http://www.cavalier.be/Seashells-5>

125. Chhabra, R. P. & Richardson, J.F. (2008) *Non-Newtonian Flow and Applied Rheology: Engineering Applications : ebook*. Oxford: Elsevier

126. Chetana, R., Krishnamurthy, S., & Yella Reddy, S. R. (2004). Rheological behavior of syrups containing sugar substitutes. *European Food Research and Technology*, 218(4), 345–348. doi:10.1007/s00217-004-0876-7

127. Chetana R., Srinivasa P. C., & Yella Reddy S. R. (2004). Moisture sorption characteristics of milk burfi, an traditional Indian sweet, using sugar substitutes. *European Food Research and Technology*, 220(2), 136–141. doi:10.1007/s00217-004-1007-1

128. Clément Y. B., Clément A.D., Djakalia B. & Kablan T.(2018) The prediction of moisture adsorption isotherm for sucrose powder in Côte d'Ivoire. *International Journal of Scientific Research and Management*, 6(4), pp. 1-9. DOI: 10.18535/ijstrm/v6i4.ft01

129. *Codex Alimentarius*. (2021) GENERAL STANDARD FOR FOOD ADDITIVES. CODEX STAN 192-1995

130. Di Monaco, R., Miele, N. A., Cabisidan, E. K., & Cavella, S. (2018). *Strategies to reduce sugars in food*. *Current Opinion in Food Science*, 19, 92–97. doi:10.1016/j.cofs.2018.03.008

131. Djendoubi Mrad, N., Bonazzi, C., Boudhrioua, N., Kechaou, N., & Courtois, F. (2012). Influence of sugar composition on water sorption isotherms and on glass transition in apricots. *Journal of Food Engineering*, 111(2), 403–411. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.02.00

132. Diamante, L., Li, S., Xu, Q., & Busch, J. (2013). Effects of Apple Juice Concentrate, Blackcurrant Concentrate and Pectin Levels on Selected Qualities of Apple-Blackcurrant Fruit Leather. *Foods*, 2(3), 430–443. doi:10.3390/foods2030430

133. Dorokhovych A.M., Dorokhovych V.V., Badruk V.V., Murzin A.V., & Abramova A.G. (2013) Physico-chemical, technological, physiological properties of polyols and sugars, *Food science and technology*, 1(22), pp. 76-76

134. Dorozhynska, O., Kokhan, O. & Kambulova, Y.(2021) Sorption characteristics of fondant candies based on tagatose. *Ukrainian Food Journal*, 10(4), 786-796 DOI: 10.24263/2304- 974X-2021-10-4- 12

135. Ergun R., Lietha R., & Hartel R. W. (2010). Moisture and shelf life in sugar confections. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(2), 162–192. DOI: 10.1080/10408390802248833

136. Falkowski, P., & Szafran, M. (2016). Role of molecular structure of monosaccharides on the viscosity of aqueous nanometric alumina suspensions. *Ceramics International*, 42(7), 8572–8580. doi:10.1016/j.ceramint.2016.02.085
137. FAO/WHO (2018) *Strengthening nutrition action: a resource guide for countries based on the policy recommendations of the Second International Conference on Nutrition (ICN2)*. Rome: FAO/WHO
138. Gabbott, P. (2008) *Principles and applications of thermal analysis: book*. Oxford: Blackwell Publishing
139. Ghasitaram (2022) Sugar Free Sweets. Official site. Retrieved from: <https://ghasitaram.in/product-category/sugar-free-sweets/>
140. Glicksman M. (2019) *Food Hydrocolloids*: book. New York: CRC Press
141. Göğtüş F., Maskan M., & Kaya A. (1998). Sorption isotherms of turkish delight. *Journal of Food Processing and Preservation*, 22(5), 345–357. doi:10.1111/j.1745-4549.1998.tb00355.x
142. Guerrero-Wyss, M., Durán Agüero, S., & Angarita Dávila, L. (2018). D-Tagatose Is a Promising Sweetener to Control Glycaemia: A New Functional Food. *BioMed Research International*, 2018, 1–7. doi:10.1155/2018/8718053
143. Hadjikinova M., Menkov N., & Hadjikinov D. (2003). Sorption characteristics of dietary hard candy. *Czech Journal of Food Sciences*, 21(3), 97–99.
144. Han D.-J., Lee B.-H., & Yoo S.-H. (2021). Physicochemical properties of turanose and its potential applications as a sucrose substitute. *Food Science and Biotechnology*, 30(3), pp. 433–441. doi:10.1007/s10068-021-00876-1
145. He, X., Fowler, A., & Toner, M. (2006). Water activity and mobility in solutions of glycerol and small molecular weight sugars: Implication for cryo- and lyopreservation. *Journal of Applied Physics*, 100(7), 074702. <https://doi.org/10.1063/1.2336304>
146. Healthy Generation (2022) Кондитерські вироби без цукру. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <http://healthygeneration.com.ua/sweets/tproduct/458091509-350854374341-tsukerkiz-temnogo-shokoladu-bez-tsukru>
147. Han, D.-J., Lee, B.-H., & Yoo, S.-H. (2021). Physicochemical properties of turanose and its potential applications as a sucrose substitute. *Food Science and Biotechnology*, 30(3), 433–441. doi:10.1007/s10068-021-00876-1
148. Hartel, R. W. (2001) *Crystallization in foods*. New York: Springer.
149. Hartel, R. W., Ergun, R., & Vogel, S. (2010). Phase/State Transitions of Confectionery Sweeteners: Thermodynamic and Kinetic Aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. № 10(1), p. 17–32. doi:10.1111/j.1541-4337.2010.00136.x

150. Hartel, R. W., Von Elbe, J. H., & Hofberger, R. (2018) *Confectionery Science and Technology*: ebook. USA: Springer International Publishing, DOI 10.1007/978-3-319-61742-8
151. Humphrey-Murto, S., & de Wit, M. (2018). *The Delphi Method - More Research Please*. *Journal of Clinical Epidemiology*. doi:10.1016/j.jclinepi.2018.10.01
152. Khaddour, I. A., Bento, L. S. M., Ferreira, A. M. A., & Rocha, F. A. N. (2010). Kinetics and thermodynamics of sucrose crystallization from pure solution at different initial supersaturations. *Surface Science*, 604(13-14), 1208–1214. doi:10.1016/j.susc.2010.04.005
153. Konar, N., Palabiyik, I., Toker, Ö.S., Saputro, A.D., & Pirouzian, H.R. (2022). Improving Functionality of Chocolate. In: Galanakis, C.M. (eds) *Trends in Sustainable Chocolate Production*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90169-1_3
154. Konti. (2022) *Каталог продукції*. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <https://konti.ua/catalog?brands=konti-and-page=4>
155. Kovalchuk, K., Katruk, M., Tkachenko, A., Guba, L., & Zakharchyn, R. (2019) Research of destruction of starch crystal structure in cupcakes with improved recipe. *Chemical engineering: reports on research projects*, 6/3(50),40-44 DOI: 10.15587/2312-8372.2019.187281
156. Laaman, T.R. (2011) *Hydrocolloids in Food Processing*. 1st edn. Hoboken:Wiley
157. Labuza T. P., & Altunakar L. (n.d.).(2008) Water Activity Prediction and Moisture Sorption Isotherms. *Water Activity in Foods*, 109–154. doi:10.1002/9780470376454.ch5
158. Manjunatha, S. S., & Raju, P. S. (2015). Rheological characteristics of reconstituted spray dried beetroot (*Beta vulgaris* L.) juice powder at different solid content, temperatures and carrier materials. *International Food Research Journal*, 22(6), 2333-2345
159. Maple, S. R., & Allerhand, A. (1987). Detailed tautomeric equilibrium of aqueous D-glucose. Observation of six tautomers by ultrahigh resolution carbon-13 NMR. *Journal of the American Chemical Society*, 109(10), 3168-3169
160. Mathlouthi M. (2001). Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*, 12(7), 409–417. doi:10.1016/s0956-7135(01)00032-9
161. Maximo, G. J., Meirelles, A. J. A., & Batista, E. A. C. (2010). Boiling point of aqueous d-glucose and d-fructose solutions: Experimental determination and modeling with group-contribution method. *Fluid Phase Equilibria*, 299(1), 32–41. doi:10.1016/j.fluid.2010.08.018

162. Mitchell, H. (2006) *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*: book. Oxford (UK): Blackwell Publishing Ltd.
163. Motamedzadegan, A. & Dickinson, E. (2003) Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food hydrocolloids*. 17(1), 25–39 doi:10.1016/s0268-005x(01)00120-5
164. Motamedzadegan, A., Naeli, M. H., Maghsoudlou, E., Bahri, S. M. H., Belgheisi, S., & Babaei, Z. E. A. (2018). Effects of basal seed gum and carboxymethyl cellulose gum on rheological properties and flow behavior of pomegranate paste. *Journal of Food Measurement and Characterization*. doi:10.1007/s11694-018-9921-2
165. Nabors, O'Brien L. (2006) *Alternative sweeteners*: book. New York: Marcel Dekker, Inc.
166. NeuLog (2023) Produkts. Official site. Retrieved from: <https://neulog.com/temperature/>
167. NeuLog (2023) Produkts. Official site. Retrieved from: <https://neulog.com/ph/>
168. Novasina AG (2023) LabMaster-aw neo. Official site. Retrieved from: <https://www.novasina.ch/produkt/labmaster-aw-neo/>
169. Oh, D.-K. (2007). Tagatose: properties, applications, and biotechnological processes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 76(1), 1–8. doi:10.1007/s00253-007-0981-1
170. Onofriichuk, O., Kokhan, E., & Okopna Y. (2019) Prospects for the use of various sugars to produce fondant with reduced glycemicity. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій*. 11–12 квітня 2019 р., Київ, Україна: НУХТ, С. 584
171. Opris O., Lung I., Soran M.-L, Sturza R., & Chendov-Mosanu A. (2020). Fondant Candies Enriched with Antioxidants from Aronia Berries and Grape Marc. *Revista de Chimie (Rev. Chim.)*, Year 2020, Volume 71, Issue 2, 74-79 <https://doi.org/10.37358/RC.20.2.7895>
172. Ozcan, O., Yildirim, R. M., Toker, O. S., Akbas, N., Ozulku, G., & Yaman, M. (2019). The effect of invertase concentration on quality parameters of fondant. *Journal of Food Science and Technology*. doi:10.1007/s13197-019-03894-4
173. Parker, J. M. (2013) *Sugar free fondant and method for preparing*. (Patent US 2013/0337140 A1) United States Patent <https://patents.google.com/patent/US20130337140A1/en>
174. Pernot-Barry A. (2008) Importance of whey ingredients in confectionery products. *IWC Paris 2008: 5 th international whey conference*. Paris

175. Phillips, G. O., & Williams, P. A. (2009) *Handbook of Hydrocolloids:book.Second edition*. Cambridge:Woodhead publishing limited
176. Pirsá, S., & Hafezi, K. (2022). Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry. *Food Chemistry*, 399,133967. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133967>
177. Potes, N., Kerry, J. P., & Roos, Y. H. (2012). *Additivity of water sorption, alpha-relaxations and crystallization inhibition in lactose–maltodextrin systems*. *Carbohydrate Polymers*, 89(4), 1050–1059. doi:10.1016/j.carbpol.2012.03.061
178. Power Pro (2022) Протеїнові батончики без цукру. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <https://www.powerpro.in.ua/ru/product/produksiya-power-pro-style/proteinovie-batonchiki/proteinovyj-batonchik-36-belka-s-tselnym-orehom-bez-sahara/>
179. Rahman, M. S., Hasan, M. S., Nitai, A. S., Nam, S., Karmakar, A. K., Ahsan, M. S., Shiddiky, M. J. A., & Ahmed, M. B. (2021). Recent Developments of Carboxymethyl Cellulose. *Polymers*, 13(8), 1345. doi:10.3390/polym13081345
180. Rao, M. A. (2014) *Rheology of Fluid, Semisolid, and Solid Foods: Principles and Applications: ebook*. New York: Springer doi:10.1007/978-1-4614-9230-6
181. Rodríguez-Bernal, J., Flores-Andrade, E., Lizarazo-Morales, C., Bonilla, E., Pascual-Pineda, L., Gutierrez-Lopez, G., & Quintanilla-Carvajal, M. (2015). Moisture adsorption isotherms of the borojo fruit (*Borojoa patinoi*. Cuatrecasas) and gum Arabic powders. *Food and Bioproducts Processing*, 94, 187–198.
182. Rojo-Poveda O., Barbosa-Pereira L., Orden D., Stévigny C., Zeppa, G., & Bertolino, M. (2020). Physical Properties and Consumer Evaluation of Cocoa Bean Shell-Functionalized Biscuits Adapted for Diabetic Consumers by the Replacement of Sucrose with Tagatose. *Foods*, 9(6), 814-830. doi:10.3390/foods9060814
183. Rubio-Arreaez S., Sahuquillo S., Capella J. V., Ortolá M. D., & Castelló M. L. (2015). Influence of Healthy Sweeteners (Tagatose and Oligofructose) on the Physicochemical Characteristics of Orange Marmalade. *Journal of Texture Studies*, 46(4), 272–280. doi:10.1111/jtxs.12127
184. Rueden, C. T., Schindelin, J., Hiner, M. C., De Zonia, B. E., Walter, A. E., Arena, E. T., & Eliceiri, K. W. (2017). Image J2: ImageJ for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1934-z>.
185. Schaafsma, G (2008) Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. *International Dairy Journal*. 18, 458–465 doi:10.1016/j.idairyj.2007.11.013

186. Schmidt, S. J. (2004). Water and Solids Mobility in Foods. *Advances in Food and Nutrition Research*, 1–101. doi:10.1016/s1043-4526(04)48001-2
187. Seeck, O. H., & Murphy B. (2014) *X-Ray Diffraction: Modern Experimental Techniques: ebook*. Boca Raton: Pan Stanford Publishing
188. Shourideh M., Taslimi A., Azizi M.H., & Mohammadifar M.A. (2012) Effects of D-Tagatose and Inulin on Some Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Dark Chocolate, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(5), 314-319
189. Shah, N. O., & Nickerson, T. A. (1978). Functional properties of hydrolyzed lactose: solubility, viscosity and humectant properties. *Journal of Food Science*, 43(4), 1081–1084. doi:10.1111/j.1365-2621.1978.tb15238.x
190. Silva, I. S. O., Viana, E. D. S., Soares, S. E., Chaves, R. S., & Reis, R. C. (2021). Development and characterization of green banana-based fondant icing. *Ciência e Agrotecnologia*, 45 <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145011221>
191. Starzak, M., & Mathlouthi, M. (2006). Temperature dependence of water activity in aqueous solutions of sucrose. *Food Chemistry*, 96(3), 346–370. doi:10.1016/j.foodchem.2005.02.052
192. Stephen, A. M. & Phillips, G. O. (2006) *Food Polysaccharides and Their Applications: book*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420015164>
193. Sylchuk T., Tsyrunnikova V., Zuiko V., & Riznyk A.(2021) Sorption properties of bread based on oatmeal. *Ukrainian Food Journal*, 10(3),361-374
194. Taylor T. P., Fasina O., & Bell L. N. (2008). Physical Properties and Consumer Liking of Cookies Prepared by Replacing Sucrose with Tagatose. *Journal of Food Science*, 73(3), doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00653.x
195. Telis, V. R. N., Telis-Romero, J., Mazzotti, H. B., & Gabas, A. L. (2007). Viscosity of Aqueous Carbohydrate Solutions at Different Temperatures and Concentrations. *International Journal of Food Properties*, 10(1), 185–195. doi:10.1080/10942910600673636
196. Theeuwen, C., Dijk, B. (2006)*Use of Carboxymethyl Cellulose (CMC) in Fruit-Based Products*. (Patent USA US20060029711A1). United States Patent <https://patents.google.com/patent/US20060029711A1/en>
197. Veena, N., Surendra N. B. & Sumit A.(2016) Polydextrose as a functional ingredient and its food applications: A review. *Indian J Dairy Sci*. 69(3). 239-251
198. Wanarska, M. (2011). D-Tagatoza - prosty cukier o ogromnym potencjale aplikacyjnym. *Laborant*. 3,20-22

199. Winkler und Dünnebier (2022) Installation for starch-free molding of products. Official site. Retrieved from: <https://www.w-u-d.com/ru/products/fondant-toffee/jelly-articles.html>
200. Witczak T., Witczak M., Socha R., Stępień A., & Grzesik M. (2016). Candied Orange Peel Produced in Solutions with Various Sugar Compositions: Sugar Composition and Sorption Properties of the Product. *Journal of Food Process Engineering*, 40(2), doi:10.1111/jfpe.12367
201. Witek, M., Maciejaszek, I., & Surówka, K. (2019). Impact of enrichment with egg constituents on water status in gluten-free rice pasta – nuclear magnetic resonance and thermogravimetric approach. *Food Chemistry*, 304, 125417. doi:10.1016/j.foodchem.2019.12541
202. WHO (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. *WHO Technical Report Series*, No. 916. Geneva. Official site. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42665/1/WHO_TRS_916.pdf
203. YARO (2022) Цукерки. Офіційний сайт. Доступно за адресою: <https://yaro.ua/store/cukerki/cocobarshowbox>
204. Yeasmin, M. S., & Mondal, M. I. H. (2015). Synthesis of highly substituted carboxymethyl cellulose depending on cellulose particle size. *International Journal of Biological Macromolecules*, 80, 725–731. doi:10.1016/j.ijbiomac.2015.07.040
205. Zumbé, A., Lee, A., & Storey, D. (2001). Polyols in confectionery: the route to sugar-free, reduced sugar and reduced calorie confectionery. *British Journal of Nutrition*, 85(S1), S31. doi:10.1079/bjn2000260

ДОДАТКИ

Додаток А

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ТА ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ

Оптимізація рецептурного складу та виробництва цукерок на основі глюкози «Енергійна ягідка»

Кількість рівнів =2 Кількість факторів = 3 Кількість повторів =2

Отримані результати:

Критерій Кохрена (розр) =0,8571

Критерій Кохрена (табл) =0,9985

Дисперія однорідна, оскільки $G_t > G_p$

Усереднена дисперсія = 0,0004

Рівняння регресії: $Y = 0,8869 + (-0,0144 * X_1) + (0,0331 * X_2) + (-0,0381 * X_3)$

Критерій Стюдента (табл) = 2,31

Критерій Стюдента (розр.): 2,3607 **фактор суттєвий**

Середньокв. відхилення =0,0061

5,4262 **фактор суттєвий**

Дисперія адекватності =0,0009

6,2459 **фактор суттєвий**

Критерій Фішера (табл) = 3,01

Критерій Фішера (розр) = 3

Оскільки $F_p < F_t$, рівняння адекватне

	X 1	X 2	X 3	Y 1	Y 2
№1	-1	+1	+1	0,9	0,88
№2	-1	-1	+1	0,8	0,75
№3	+1	+1	+1	0,9	0,89
№4	+1	-1	+1	0,85	0,82
№5	-1	+1	-1	0,93	0,94
№6	-1	-1	-1	0,89	0,89
№7	+1	+1	-1	0,95	0,94
№8	+1	-1	-1	0,9	0,93

Розрахунок програми крутого сходження

	X1	X2	X3
Нульовий рівень	2,5	20	120
Інтервал варіювання	0,8	5	3

X2 приймається за базовий фактор, оскільки для нього добуток коефіцієнта регресії на інтервал варіювання максимальний: 0,1655

Крок крутого сходження для базового фактора =0,5

Програма крутого сходження

	X 1	X 2	X 3
№9	3	20,5	119,8
№10		21	119,6
№11		21,5	119,4
№12		22	119,2
№13		22,5	119

Оптимізація рецептурного складу і виробництва цукерок на основі комбінації лактози і фруктози «Молочне сузір'я»

Кількість рівнів = 2 Кількість факторів = 3

Кількість повторів = 2

Отримані результати:

Критерій Кохрена (розр) = 0,7059

Критерій Кохрена (табл) = 0,9985

Дисперсія однорідна, оскільки $Gt > Gr$

Усереднена дисперсія = 0,0004

Рівняння регресії: $Y = 0,9244 + (-0,0244 * X1) + (0,0306 * X2) + (-0,0181 * X3)$

Критерій Стьюдента (табл) = 2,31

Критерій Стьюдента (розр.): 3,4366 **фактор суттєвий**

Середньокв. відхилення = 0,0071

4,3099 **фактор суттєвий**

Дисперсія адекватності = 0,001

2,5493 **фактор суттєвий**

Критерій Фішера (табл) = 3,01

Критерій Фішера (розр) = 2,5

Оскільки $Fp < Ft$, рівняння адекватне

	X 1	X 2	X 3	Y 1	Y 2
№1	-1	-1	+1	0,9	0,92
№2	+1	-1	+1	0,88	0,85
№3	-1	+1	+1	0,96	0,97
№4	+1	+1	+1	0,89	0,88
№5	-1	-1	-1	0,93	0,92
№6	+1	-1	-1	0,91	0,84
№7	-1	+1	-1	1,00	0,99
№8	+1	+1	-1	0,99	0,96

Розрахунок програми крутого сходження

	X1	X2	X3
Нульовий рівень	50	4	117
Інтервал варіювання	5	2	2

X2 приймається за базовий фактор, оскільки для нього добуток коефіцієнта регресії на інтервал варіювання максимальний: **0,0612**

Крок крутого сходження для базового фактора = 0,1

Програма крутого сходження

	X 1	X 2	X 3
№9	49,1	4,5	116,8
№10	48,2	5	116,6
№11	47,3	5,5	116,4
№12	46,4	6	116,2
№13	45,5	6,5	116

Оптимізація рецептурного складу і виробництва цукерок на основі комбінації тагатози і фруктози «Тагантіні»

Кількість рівнів = 2 Кількість факторів = 3

Кількість повторів = 2

Отримані результати:

Критерій Кохрена (розр) = 0,8571

Критерій Кохрена (табл) = 0,9985

Дисперсія однорідна, оскільки $G_t > G_p$

Усереднена дисперсія = 0,0004

Рівняння регресії: $Y = 0,9069 + (0,0356 \cdot X_1) + (0,0269 \cdot X_2) + (0,0169 \cdot X_3)$

Критерій Стьюдента (табл) = 2,31

Критерій Стьюдента (розр.): 5,0141 **фактор суттєвий**

Середньокв. відхилення = 0,0071

3,7887 **фактор суттєвий**

Дисперсія адекватності = 0,0005

2,3803 **фактор суттєвий**

Критерій Фішера (табл) = 3,01

Критерій Фішера (розр) = 1,25

Оскільки $F_p < F_t$, рівняння адекватне

	X 1	X 2	X 3	Y 1	Y 2
№1	-1	+1	+1	0,91	0,92
№2	-1	-1	+1	0,89	0,82
№3	+1	+1	+1	0,99	0,98
№4	+1	-1	+1	0,94	0,94
№5	-1	+1	-1	0,89	0,91
№6	-1	-1	-1	0,81	0,82
№7	+1	+1	-1	0,93	0,94
№8	+1	-1	-1	0,9	0,92

Розрахунок програми кругого сходження

	X1	X2	X3
Нульовий рівень	10	8	115
Інтервал варіювання	5	2	2

X2 приймається за базовий фактор, оскільки для нього добуток коефіцієнта регресії на інтервал варіювання максимальний: **0,0612**

Крок кругого сходження для базового фактора = 0,1

Програма кругого сходження

	X 1	X 2	X 3
№9	9,1	8,5	114,8
№10	8,2	9	114,6
№11	7,3	9,5	114,4
№12	6,4	10	114,2
№13	5,5	10,5	114

Оптимізація рецептурного складу і виробництва цукерок на основі комбінації полідекстрази і сахарози «Ноктюрн»

Кількість рівнів = 2 Кількість факторів = 3

Кількість повторів = 2

Отримані результати:

Критерій Кохрена (розр) = 0,5714

Критерій Кохрена (табл) = 0,9985

Дисперсія однорідна, оскільки $G_t > G_p$

Усереднена дисперсія = 0,0002

Рівняння регресії: $Y = 0,9206 + (-0,0444 \cdot X_1) + (0,0169 \cdot X_2) + (0,0206 \cdot X_3)$

Критерій Стьюдента (табл) = 2,31

Критерій Стьюдента (розр.): 8,88

фактор суттєвий

Середньокв. відхилення = 0,005

3,38

фактор суттєвий

Дисперсія адекватності = 0,0006

4,12

фактор суттєвий

Критерій Фішера (табл) = 3,01

Критерій Фішера (розр) = 3

Оскільки $F_p < F_t$, рівняння адекватне

	X 1	X 2	X 3	Y 1	Y 2
№1	+1	+1	+1	0,92	0,92
№2	+1	-1	+1	0,9	0,89
№3	-1	+1	+1	0,99	1
№4	-1	-1	+1	0,96	0,95
№5	+1	+1	-1	0,85	0,87
№6	+1	-1	-1	0,85	0,81
№7	-1	+1	-1	0,97	0,98
№8	-1	-1	-1	0,95	0,92

Розрахунок програми кругого сходження

	X1	X2	X3
Нульовий рівень	30	5	120
Інтервал варіювання	5	2	2

X2 приймається за базовий фактор, оскільки для нього добуток коефіцієнта регресії на інтервал варіювання максимальний: **0,0612**

Крок кругого сходження для базового фактора = 0,4

Програма кругого сходження

	X 1	X 2	X 3
№9	29,1	5,5	119,8
№10	28,2	6	119,6
№11	27,3	6,5	119,4
№12	26,4	7	119,2
№13	25,5	7,5	119

Додаток Б

РЕЦЕПТУРИ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ

Цукерки «Енергійна ягідка»

Неглазуровані цукерки продовгуватої прямокутної чи овальної форми. Складаються з помадної маси на основі глюкози з додаванням пюре з чорної смородини. Цукерки загорнуті. Продаються на вагу. В 1кг міститься не менше 65 штук.

Вологість 12,0±2,5%.

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
На 1000,00 кг					
Рецептура цукерок					
Помадна маса на глюкозі	89	904,09	804,64	904,09	804,64
Масло вершкове	84	74,70	62,75	74,70	62,75
Желатинова масса	84	23,46	19,70	23,46	19,70
Всього	-	1002,25	887,10	1002,25	887,10
Вихід	88	1000	880	1000	880
На 904,09 кг					
Рецептура цукрової помади					
Глюкоза в сироп	90	809,83	728,85	732,16	658,95
Пюре смородини	10	161,97	16,20	146,43	14,64
Патока крохмальна	78	80,98	63,17	73,22	57,11
Глюкоза(затравка)	90	80,98	72,89	73,22	65,89
Всього	-	1133,77	899,0	951,81	812,77
Вихід	89	1000	890	904,09	804,64
На 23,46 кг					
Рецептура желатинової маси					
Желатин	87	955,86	831,6	22,88	19,91
Всього	-	955,86	831,6	22,88	19,91
Вихід	84	1000	840	23,46	19,71
Зведена рецептура					
Глюкоза	90	805,38	724,84	822,52	740,27
Пюре смородини	10	146,43	14,64	149,55	14,95
Патока	78	73,22	57,11	74,77	58,32
Масло вершкове	84	74,70	62,75	76,29	64,09
Желатин	87	22,88	19,91	23,37	20,33
Всього	-	1122,61	879,25	1146,50	897,96
Вихід	88	1000	880	1000	880

В 100г продукту міститься, г: білків – 2,0; жирів – 6,5; вуглеводів – 78,0
Енергетична цінність 100 г продукту – 360 ккал.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.

 О.О.Кохан

Аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

 О.С. Онофрійчук

Магістрант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

 А.О. Моренець

ПОГОДЖЕНО:

Голова СГДК



О.В. Балдинюк

«12» грудня 2019 р.

РЕЦЕПТУРА

ЦУКЕРКИ ПОМАДНІ «Молочне сузір'я»

ДСТУ 4135

РЦ 18 Україна 36858620 - 110 - К - 2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «УКРКОНДПРОМ»

Протокол № 7 від «12» грудня 2019 р.

Термін введення з «12» грудня 2019 р.

Виробляється відповідно до Технологічної інструкції «Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Молочне сузір'я» (ТІ 18 Україна 36858620-11 -2019)

Розроблено Національним університетом харчових технологій

Цукерки «Молочне сузір'я»

Неглазуровані цукерки продовгуватої прямокутної чи овальної форми. Складаються з цукрової помади з використанням цукрів лактози та фруктози. Цукерки загорнуті. Продаються на вагу. В 1 кг міститься не менше 65 штук. Вологість 10,0±2,5%.

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
На 1000,00 кг					
Рецептура цукерок					
Цукрова помада	89,0	976,47	869,6	976,47	869,6
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,21	38,20
Ароматизатор	-	2,44	-	2,44	-
Всього	-	1019,12	907,26	1019,12	907,26
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00
На 976,47 кг					
Рецептура цукрової помади					
Лактоза	99,7	411,82	410,58	402,13	400,92
Фруктоза	99,1	411,82	408,11	402,13	398,51
Патока крохмальна	78,0	102,95	80,30	100,53	78,41
Всього	-	926,59	898,99	904,79	877,84
Вихід	89,0	1000,00	890,00	976,47	869,06
Зведена рецептура					
Лактоза	99,7	402,13	400,92	403,15	401,94
Фруктоза	99,1	402,13	398,51	403,15	399,52
Патока крохмальна	78,0	100,53	78,41	100,78	78,61
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,32	38,30
Ароматизатор	-	2,44	-	2,45	-
Всього	-	947,44	916,04	949,85	918,37
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00

В 100г продукту міститься, г: білків – 0,5; жирів – 2,0; вуглеводів – 85,0
Енергетична цінність 100 г продукту – 360,0 ккал.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.
Аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



О.О.Кохан



О.С. Онофрійчук

ПОГОДЖЕНО:

Голова СГДК



О.В. Балдинюк

«12» грудня 2019 р.

РЕЦЕПТУРА**ЦУКЕРКИ ПОМАДНІ «ТАГАНТІНІ»**

ДСТУ 4135

РЦ 18 Україна 36858620 - *142* - К - 2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі асоціації «УКРКОНДПРОМ».

Протокол № *7* від « 12 » грудня 2019 р.

Термін введення з « 12 » грудня 2019 р.

Виробляється до Технологічної інструкції «Технологічна інструкція по виробництву помадних цукерок «Тагантіні» (ТІ 18 Україна 36858620- *15* - 2019)

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

РЕЦЕПТУРА

Помадні цукерки «Тагантіні»

Неглазуровані цукерки продовгуватої прямокутної форми. Складаються з цукрової помади з використанням цукрів тагатози і фруктози. Цукерки загорнуті. Продаються на вагу.

В 1 кг міститься не менше 65 штук.

Масова частка вологи $11,5 \pm 2,5\%$.

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса	89,0	923,66	822,06	923,66	822,06
Підварка чорносмородинова	72,0	75,19	51,88	75,19	51,88
Молочний жир	99,0	18,89	18,70	18,89	18,70
Кислота лимонна	91,2	3,76	3,42	3,76	3,42
Всього	-	1021,50	896,06	1021,50	896,06
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,00
Рецептура цукрової помади		На 923,26 кг			
Тагатоza	98,50	835,73	823,19	759,90	748,50
Фруктоза	99,10	89,73	88,92	81,59	80,85
Патока крохмальна	78,00	90,37	70,49	82,17	64,09
Всього	-	1015,83	982,6	917,79	893,44
Вихід	89,00	1000,00	890,00	909,26	809,24
Зведена рецептура					
Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини по сумі фаз, кг		Загальні витрати сировини на 1т не загорнутих цукерок, кг	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
Тагатоza	98,50	759,90	748,50	762,95	751,51
Фруктоза	99,10	81,59	80,85	81,91	81,17
Патока крохмальна	78,00	82,17	64,09	82,5	64,35
Підварка чорносмородинова	69,00	75,19	51,88	75,49	52,01
Молочний жир	99,00	18,89	18,70	18,96	18,77
Лимонна кислота	91,20	3,76	3,42	3,78	3,45
Всього	-	1021,50	964,02	1025,59	971,26
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,0

В 100г продукту міститься, г: білків – 0,1; жирів – 2; вуглеводів – 91.

Енергетична цінність 100 г продукту – 180 ккал.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.

 О.О.Кохан

Аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

 О.С. Онофрійчук

ПОГОДЖЕНО:

Голова СГДК



О.В. Балдинюк

«12» грудня 2019 р

РЕЦЕПТУРА**ЦУКЕРКИ ПОМАДНІ «НОКТЮРН»**

ДСТУ 4135

РЦ 18 Україна 36858620 - 139 - К -2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «УКРКОНДПРОМ»

Протокол № 7 від «12» грудня 2019 р.

Термін введення з «12» грудня 2019 р.

Виробляється відповідно до Технологічної інструкції «Технологічна інструкція по виробництву помадних цукерок «Ноктюрн» (ТІ 18 Україна 36858620- 10 -2019)

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

Цукерки «Ноктюри»

Неглазовані цукерки продовгуватої прямокутної чи овальної форми. Складаються з цукрової помади з додаванням полідекстрази. Цукерки загорнуті. Продаються на вагу.

В 1 кг міститься не менше 65 штук.

Вологість 10,0±2,5%.

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,37	0,34
Всього	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади		На 900,72 кг			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89	1000	890	900,72	801,64
Зведена рецептура					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90	1000	900	1000	900

В 100г продукту міститься, г: білків – 1,0; жирів – 7,0; вуглеводів – 61,2

Енергетична цінність 100 г продукту – 300 ккал.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.



О.О.Кохан

Аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



О.С. Онофрійчук

Магістрант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



М.А. Польських

Додаток В

ТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУКЦІЇ З ВИРОБНИЦТВА ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ

ЗАТВЕРДЖЕНО
 Ректор НУХТ
 А.І. Українець
 « 13 » грудня 2019 р.

ПОГОДЖЕНО:
 Голова СГДК
 О.В. Балдинюк
 «12» грудня 2019 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ
 по виробництву
 цукерок помадних “Енергійна ягідка”
 ТІ 18 Україна 36858620- *12* -2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «УКРКОНДПРОМ»

Протокол № *12* від « 12 » грудня 2019 р.

Термін введення з « 12 » грудня 2019 р.

Розроблена спеціалістами Національного університету харчових технологій. Ця технологічна інструкція не може бути використана іншими підприємствами без дозволу розробника.

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Енергійна ягідка»

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Ягідна глюкозка» складається з таких технологічних фаз:

1. Підготування сировини та напівфабрикатів до виробництва;
2. Приготування помадного сиропу;
3. Приготування помадної маси на глюкозі;
4. Приготування желатинової маси;
5. Приготування помадної цукеркової маси;
6. Формування та структуроутворення цукерок;
7. Пакування готової продукції.

1. Підготування сировини до виробництва.

Вся сировина, яка передбачена рецептурою для виробництва цукерок «Енергійна ягідка», повинна відповідати вимогам діючих стандартів та технічних умов, а також повинна підлягати підготовці згідно «Технологічної інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва» та «Інструкції по попередженню попадання сторонніх предметів у продукцію» з дотриманням санітарних норм та правил.

2. Приготування глюкозно-ягідно-патокового сиропу.

У киплячу воду у відкритому варильному котлі додають глюкозу. Коли глюкоза розчиняється додають патоку, пюре чорної смородини та сироп уварюють до вмісту сухих речовин 90-91%. Готовий помадний сироп проціджують крізь фільтр з діаметром вічок 1,5-2,0 мм, та направляють на збивання.

Помадний сироп на основі глюкози можна уварювати у змійовиковій варильній колонці. В цьому випадку у відкритому варильному котлі готують глюкозно-ягідно-патокову рецептурну суміш, далі плунжерним насосом її подають у змійовикову варильну колонку. Проходячи через паровідділювач, сироп з вмістом сухих речовин 90-91% надходить у воронку помадозбивальної машини.

3. Приготування помадної маси на глюкозі

Готовий помадний сироп з вмістом сухих речовин 90-91% перед завантаженням в місильну машину виливаємо на чавунні чи сталеві столи, що охолоджуються водою з температурою 10-16°C, на яких сироп охолоджується до температури 40-45°C протягом 30 хв. Товщина шару –2 см, поверхню збризкуємо холодною водою. Після охолодження сироп завантажуюмо в універсальну місильну машину з водяною сорочкою, вносимо глюкозу в якості центрів кристалізації (затравки) та збиваємо до утворення однорідної пухкої маси.

Приготування помади безперервним способом здійснюється в шнековій помадозбивальній машині ШАЄ або в апараті плівкового типу ШПА, при дозуванні помадного сиропу в це обладнання одночасно з сиропом дозується кристалічна глюкоза в якості затравки.

4. Приготування желатинової маси.

Желатин згідно рецептури завантажуються в темперувальний збірник з мішалкою, куди додається переварена вода, охолоджена до температури 30-40 °C у співвідношенні на одну вагову частину желатину 3 частин води, після гідратації в сорочку машини подається гарячу воду для розчинення желатину.

5. Приготування помадної цукеркової маси

Готова цукрова помада з температурою 55-80°C з універсальної місильної машини чи помадозбивальної машини надходить в темперувальну машину, або у відкритий котел з обігрівом і мішалкою або в мікс-машину з Z-подібними лапатями, обладнану водяною сорочкою, де здійснюється темперування та вимішування цукеркової маси, введення розтопленої желатинової маси, вершкового масла та смако-ароматичних речовин. Перед формуванням методом відливання цукрову помаду доводять до температури 60-65 °C.

5.Формування та структуроутворення цукерок

Цукеркова маса з темперувальної машини надходить у лійку відливальної головки цукеркововідливального напівавтомату, де вона маленькими поршневіми насосами подається у безкрохмальні форми. Форми з відлитими корпусами надходять до камери безперервного вистоювання колискового або

шахтного типу, де відбувається структуроутворення цукерок протягом 10-15 хв. при температурі 12-15 °С. При їх відсутності форми з відлитими корпусами розміщують у вигляді штабелей по 22-25 шт. по висоті і направляють на вистоювання в цеху при температурі 20-25°С протягом 0,5-1,0 години. Після процесу структуроутворення цукерки виймають із форм і направляються на пакування.

6. Пакування готової продукції.

Пакують цукерки в яскраві етикетки способом «флоу-пак», після чого їх пакують в короба з гофрованого картону. Волога гофротари повинна бути не більше 12%.


Пакування та маркування цукерок здійснюється згідно з чинною нормативною документацією.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.

 О.О.Кохан

Аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

 О.С. Онофрійчук

Магістрант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

 А.О. Моренчук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Ректор НУХТ

А. Українець

«13» грудня 2019 р.



ПОГОДЖЕНО:

Голова СГДК

О.В. Балдинюк

«12» грудня 2019 р.



ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

по виробництву
цукерок помадних «Молочне сузір'я»,

ТІ 18 Україна 36858620- 11 -2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «УКРКОНДПРОМ»

Протокол № 1 від «12» грудня 2019 р.

Термін введення з «12» грудня 2019 р.

Розроблена спеціалістами Національного університету харчових технологій. Ця технологічна інструкція не може бути використана іншими підприємствами без дозволу розробника.

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Молочне сузір'я»

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Молочне сузір'я» складається з таких технологічних фаз:

1. Підготування сировини та напівфабрикатів до виробництва;
2. Приготування цукрово-патокового сиропу;
3. Приготування цукрової помади;
4. Приготування помадної цукеркової маси;
5. Формування та структуроутворення цукерок;
6. Пакування готової продукції.

1. Підготування сировини до виробництва.

Вся сировина, яка передбачена рецептурою для виробництва цукерок «Молочне сузір'я», повинна відповідати вимогам діючих стандартів та технічних умов, а також повинна підлягати підготовці згідно «Технологічної інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва» та «Інструкції по попередженню попадання сторонніх предметів у продукцію» з дотриманням санітарних норм та правил.

2. Приготування цукрово – патокового сиропу.

У киплячу воду у відкритому варильному котлі додають лактозу та фруктозу. Коли цукри розчиняться додають патоку та сироп уварюють до вмісту сухих речовин 89-90%. Готовий цукрово – паточний сироп проціджують крізь фільтр з діаметром вічок 1,5-2,0 мм, та направляють на збивання.

Цукрово – патоковий сироп можна уварювати у зміювиковій варочній колонці. В цьому випадку у відкритому варильному котлі готують цукро – паточний розчин, далі плунжерним насосом подають у зміювикову варильну колонку. Проходячи через паровідділювач, сироп з вмістом сухих речовин 87-90% надходить у воронку помадозбивальної машини.

3. Приготування цукрової помади

Готовий цукрово – патоковий сироп з вмістом сухих речовин 89-90% перед завантаженням в місильну машину виливаємо на чавунні чи сталеві столи, що охолоджуються водою з температурою 10-16°C, на яких сироп охолоджується до температури 40-45°C протягом 30 хв. Товщина шару – 2 см, поверхню збризкуємо холодною водою. Після охолодження сироп завантажуюмо в універсальну місильну машину з водяною сорочкою, вносимо какао порошок та збиваємо до утворення однорідної пухкої маси.

Приготування помади безперервним способом здійснюється в шнековій помадозбивальній машині ШАЄ або в апараті плівкового типу ШПА.

4. Приготування помадної цукеркової маси

Готова цукрова помада з температурою 55-80°C з універсальної місильної машини чи помадозбивальної машини надходить в темперувальну машину, або у відкритий котел з обігрівом і мішалкою або в мікс-машину з Z-

подібними лапатами, обладнану водяною сорочкою, де здійснюється темперування та вимішування помади, введення ароматизатору. Перед формуванням методом відливання цукрову помаду доводять до температури 65-70 °С.

5. Формування та структуроутворення цукерок

Цукеркова маса з темперувальної машини надходить у лійку відливальної головки цукерковідливального напівавтомату, де вона маленькими поршневіми насосами подається у силіконові форми. Форми з відлитими корпусами надходять до камери безперервного вистоювання колискового або шахтного типу, де відбувається структуроутворення цукерок протягом 20-30 хв. при температурі 12-15°С. При їх відсутності форми з відлитими корпусами встановлюють на стелажі по 22-25 шт. по висоті і направляють на вистоювання в цеху при температурі 20-25°С протягом 1,5-2 годин.

Після процесу структуроутворення цукерки виймають із форм і направляються на пакування.

6. Пакування готової продукції.

Пакують цукерки в яскраві етикетки способом «флоу-пак», після чого їх пакують в короба з гофрованого картону. Волога гофротари повинна бути не більше 12%. Пакування та маркування цукерок здійснюється згідно з чинною нормативною документацією.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.



О.О.Кохан

Аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ



О.С.Онофрійчук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Ректор НУХТ

 А.І.Українець

«12» грудня 2019 р.

ПОГОДЖЕНО:

Голова СГДК

 О.В. Балдинюк

«12» грудня 2019 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

по виробництву
цукерок помадних "Тагантіні"

ТІ 18 Україна 36858620- 13 -2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі асоціації «УКРКОНДПРОМ».

Протокол № 7 від « 12 » грудня 2019 р.

Термін введення з « 12 » грудня 2019 р.

Розроблена спеціалістами Національного університету харчових технологій. Ця технологічна інструкція не може бути використана іншими підприємствами без дозволу розробника.

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Тагантіні»

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Тагантіні» складається з таких технологічних фаз:

7. Підготування сировини та напівфабрикатів до виробництва;
8. Приготування помадного сиропу;
9. Приготування помади;
10. Приготування помадної цукеркової маси;
11. Формування та структуроутворення цукерок;
12. Пакування готової продукції.

1. Підготування сировини до виробництва.

Вся сировина, яка передбачена рецептурою для виробництва цукерок «Тагантіні», повинна відповідати вимогам діючих стандартів та технічних умов, а також повинна підлягати підготовці згідно «Технологічної інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва» та «Інструкції по попередженню попадання сторонніх предметів у продукцію» з дотриманням санітарних норм та правил.

2. Приготування помадного сиропу.

У киплячу воду у відкритому варильному котлі додають тагатозу та фруктозу. Коли цукри розчиняться додають патоку та сироп уварюють до вмісту сухих речовин 89-90%. Готовий сироп проціджують крізь фільтр з діаметром вічок 1,5-2,0 мм, та направляють на збивання.

Помадний сироп можна уварювати у зміювиковій варильній колонці. В цьому випадку у відкритому варильному котлі готують цукро – патоковий розчин, далі плунжерним насосом подають у зміювикову варильну колонку. Проходячи через паровідділювач, сироп з вмістом сухих речовин 89-90% надходить у воронку помадозбивальної машини.

3. Приготування помади

Приготування помади безперервним способом здійснюється в шнековій помадозбивальній машині ШАС-800. Уварений сироп потрапляє на сітку приймальної воронки збивальної машини, з якої стікає у вигляді тонких струменів, охолоджується та частково зневоднюється. При охолодженні розчинність цукрів в сиропі різко знижується, і він із ненасиченого переходить у пересичений стан. В помадозбивальній машині відбувається кристалізація цукрів та утворення помади.

4. Приготування помадної цукеркової маси

Готова цукрова помада з температурою 60°C з помадозбивальної машини надходить в темперувальну машину, або у відкритий котел з обігрівом і мішалкою або в мікс-машину з Z-подібними лопатями, обладнану водяною сорочкою, де здійснюється темперування та вимішування помади, введення лимонної кислоти, молочного жиру та чорносмородиної підварки. Перед формуванням помаду доводять до температури 65-70°C.

5. Формування та структуроутворення цукерок

Цукеркова маса з темперувальної машини надходить у лійку відливальної головки цукерковідливального напівавтомату, де вона маленькими поршневыми насосами подається у силіконові форми. Форми з відлитими корпусами надходять до камери безперервного вистоювання колискового або шахтного типу, де відбувається структуроутворення цукерок протягом 10-15 хв. при температурі 12-15°C. При їх відсутності форми з відлитими корпусами переміщують на стелажі по 22-25 шт. по висоті і направляють на вистоювання в цеху при температурі 20-25°C протягом 0,5-1,0 години.

Після процесу структуроутворення цукерки виймають із форм і направляються на пакування.

6. Пакування готової продукції.

Пакують цукерки в яскраві етикетки способом «флоу-пак», після чого їх пакують в короба з гофрованого картону. Волога гофротари повинна бути не більше 12%. Пакування та маркування цукерок здійснюється згідно з чинною нормативною документацією.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.

 О.О.Кохан

Аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

 О.С. Онофрійчук

ЗАТВЕРДЖЕНО
Ректор НУХТ
 _____ А.І.Українець
 _____ 2019 р.

ПОГОДЖЕНО:
Голова СГДК
 _____ О.В. Балдинюк
 «12» грудня 2019 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

по виробництву
цукерок помадних “Ноктюр”

ТІ 18 Україна 36858620- *10* -2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «УКРКОНДПРОМ»

Протокол № *7* від « 12 » грудня 2019 р.

Термін введення з « 12 » грудня 2019 р.

Розроблена спеціалістами Національного університету харчових технологій. Ця технологічна інструкція не може бути використана іншими підприємствами без дозволу розробника.

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Ноктюрн»

Технологічна інструкція по виробництву цукерок «Ноктюрн» складається з таких технологічних фаз:

1. Підготування сировини(додатково набухання карбоксиметилцелюлози) та напівфабрикатів до виробництва;
2. Приготування цукрово-полідекстрозо-патокового сиропу;
3. Приготування цукрової помади;
4. Приготування помадної цукеркової маси;
5. Формування та структуроутворення цукерок;
6. Пакування готової продукції.

1. Підготування сировини до виробництва.

Вся сировина, яка передбачена рецептурою для виробництва цукерок «Ноктюрн», повинна відповідати вимогам діючих стандартів та технічних умов, а також повинна підлягати підготовці згідно “Технологічної інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва” та “Інструкції по попередженню попадання сторонніх предметів у продукцію” з дотриманням санітарних норм та правил.

2. Приготування цукрово-полідекстрозо-патокового сиропу.

У киплячу воду у відкритому варильному котлі додають суміш цукру та полідекстрози. Коли суміш розчиняється додають патоку та сироп уварюють до вмісту сухих речовин 90-91%. Готовий цукрово-полідекстрозо-патоковий сироп проціджують крізь фільтр з діаметром вічок 1,5-2,0 мм, та направляють на збивання.

Цукрово-полідекстрозо-патоковий сироп можна уварювати у змійовиковій варильній колонці. В цьому випадку у відкритому варильному котлі готують цукрово-полідекстрозо-патоковий розчин, далі плунжерним насосом подають у змійовикову варильну колонку. Проходячи через паровідділювач, сироп з вмістом сухих речовин 90-91% надходить у воронку помадозбивальної машини.

3. Приготування цукрової помади

Цукрово-полідекстрозо-патоковий сироп з вмістом сухих речовин 90-93% перед завантаженням в місильну машину виливаємо на чавунні чи сталеві столи, що охолоджуються водою з температурою 10-16°C, на яких сироп охолоджується до температури 40-45°C протягом 30 хв. Товщина шару –2 см, поверхню збризуємо холодною водою. Після охолодження сироп завантажуюмо в універсальну місильну машину з водяною сорочкою та збиваємо до утворення однорідної пухкої маси.

Приготування помади безперервним способом здійснюється в шнековій помадозбивальній машині ШАЄ або в апараті плівкового типу ШПА.

4. Приготування помадної цукеркової маси

Готова цукрова помада з температурою 55-80°C з універсальної місильної машини чи помадозбивальної машини надходить в темперувальну машину, або у відкритий котел з обігрівом і мішалкою або в мікс-маштну з Z-подібними

лапатами, обладнану водяною сорочкою, де здійснюється темперування та вимішування помади, введення маси карбоксиметилцелюлози, какао-порошку, вершкового масла та коньяку. Перед формуванням методом відливання цукрову помаду доводять до температури 80-85 °С.

5. Формування та структуроутворення цукерок

Цукеркова маса з темперувальної машини надходить у лійку відливальної головки цукеркововідливального напівавтомату, де вона маленькими поршневыми насосами подається у силіконові форми. Форми з відлитими корпусами надходять до камери безперервного вистоювання колискового або шахтного типу, де відбувається структуроутворення цукерок протягом 10-15 хв. при температурі 12-15°С. При їх відсутності форми з відлитими корпусами переміщують на стелажі по 22-25 шт. по висоті і направляють на вистоювання в цеху при температурі 20-25°С протягом 0,5-1,0 години.

Після процесу структуроутворення цукерки виймають із форм і направляються на пакування.

6. Пакування готової продукції.

Пакують цукерки в яскраві етикетки способом «флоу-пак», після чого їх пакують в короба з гофрованого кортону. Волога гофротари повинна бути не більше 12%. Пакування та маркування цукерок здійснюється згідно з чинною нормативною документацією.

РОЗРОБЛЕНО:

Доцент кафедри технології хлібопекарських
і кондитерських виробів НУХТ, к.т.н.

 О.О.Кохан

Аспірант кафедри технології хлібопекарських
і кондитерських виробів НУХТ

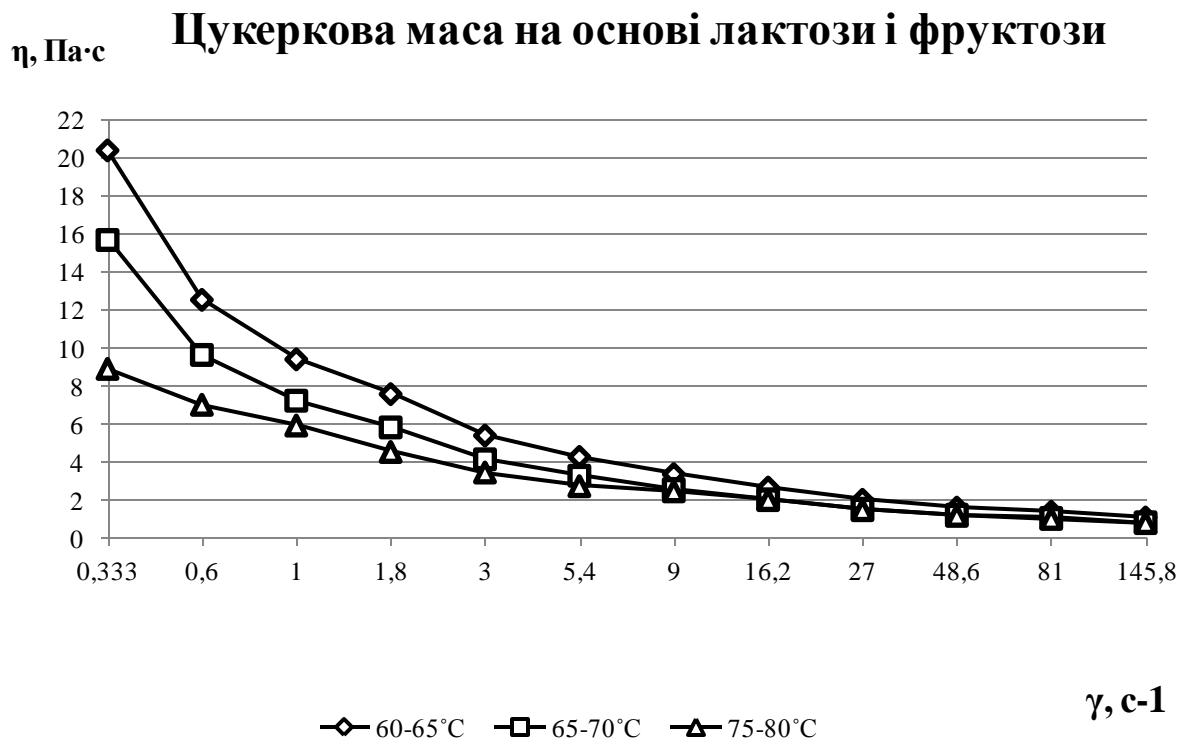
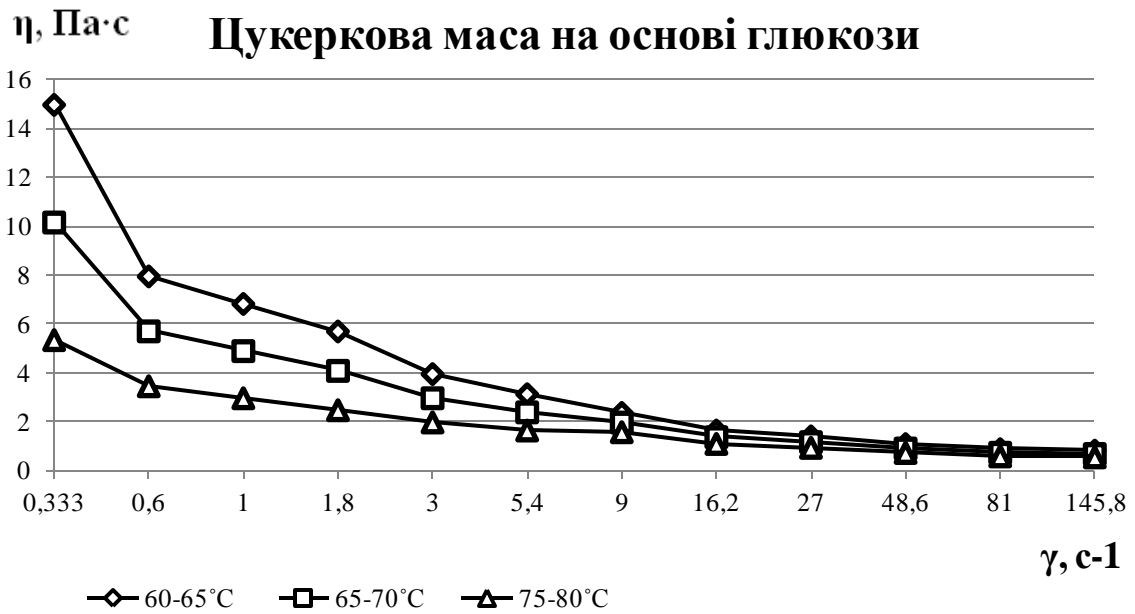
 О.С. Онофрійчук

Магістрант кафедри технології хлібопекарських
і кондитерських виробів НУХТ

 М.А. Польських

Додаток Г

**РЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ
ЦУКЕРКОВИХ МАС НА ОСНОВІ РІЗНИХ
ЦУКРІВ ЗА РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУР**



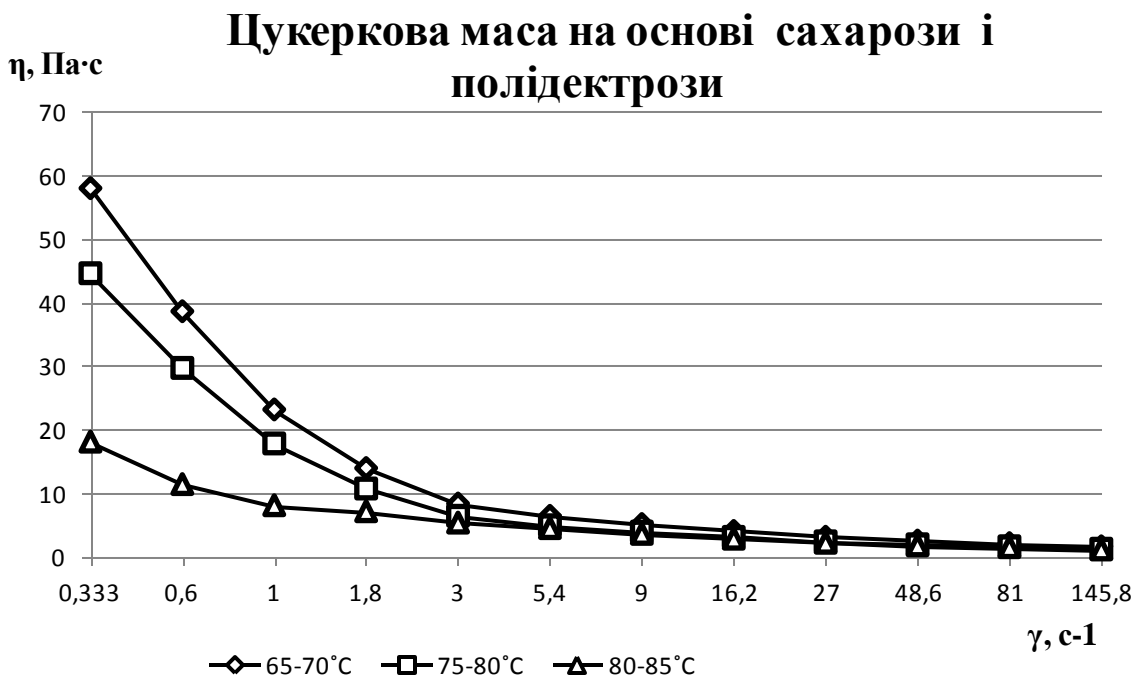
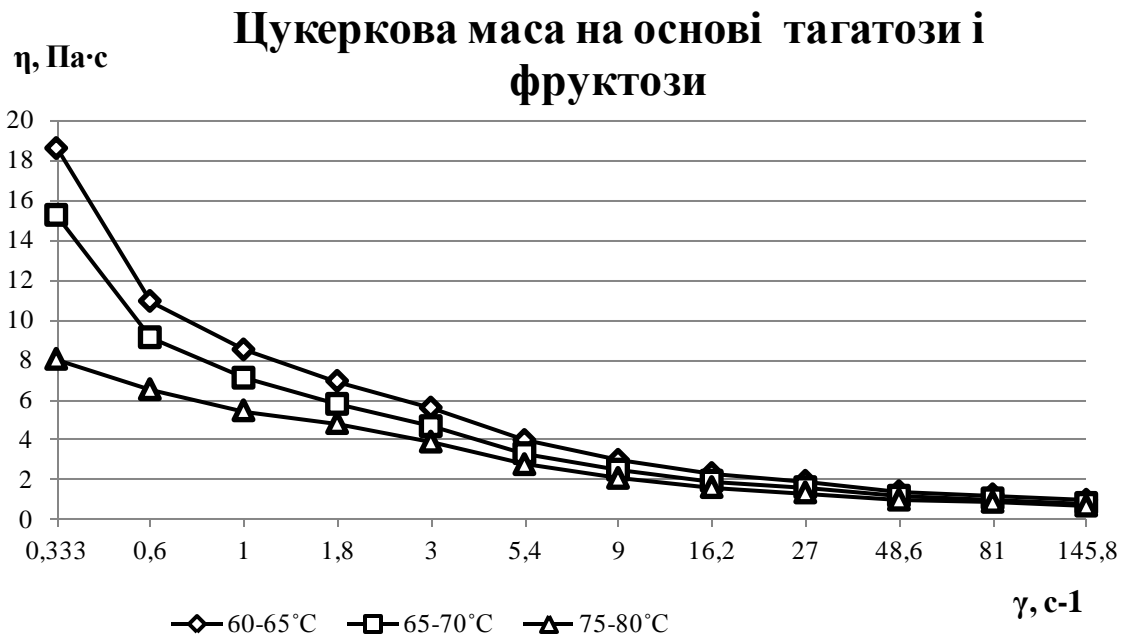


Рис.Г1 - Залежність ефективної в'язкості зразків цукеркової маси на основі різних цукрів від швидкості зсуву за різної температури

Додаток Д

**КРИВІ ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ
СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ**

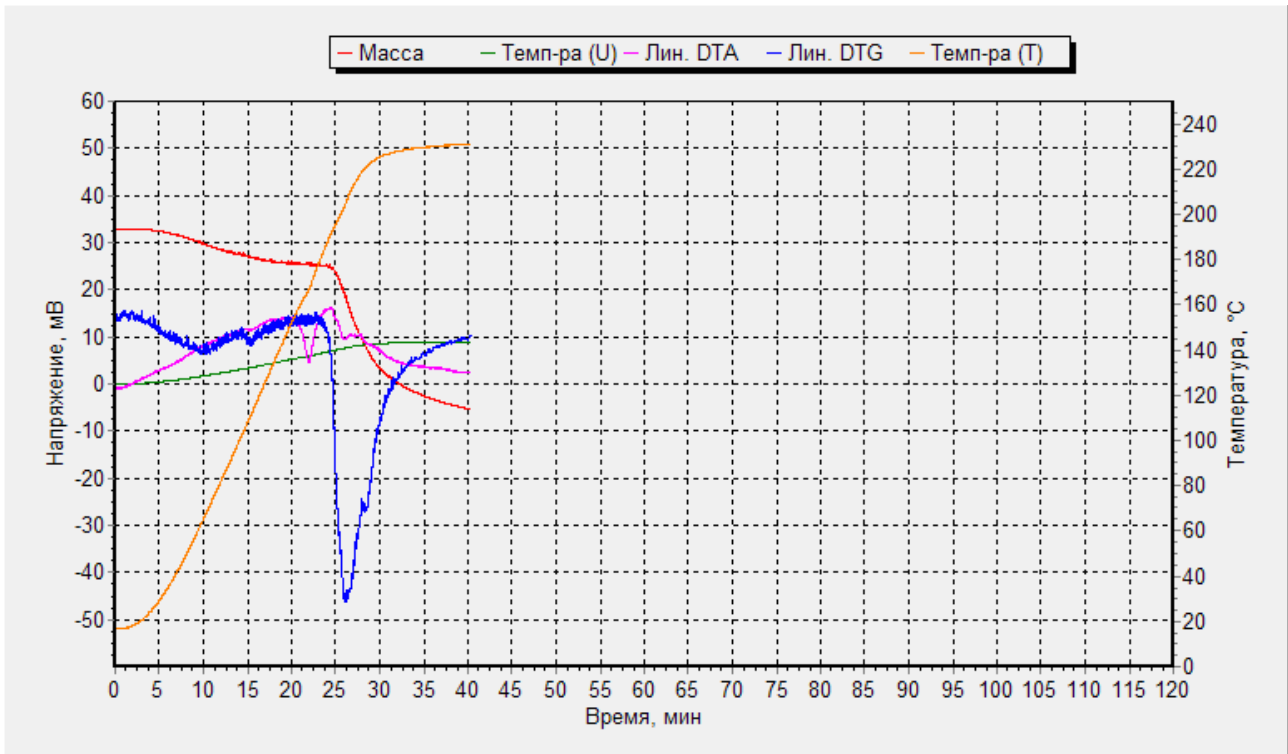


Рис. Д1 – Дериватограми цукерок кристалічної структури на основі сахарози (контроль)

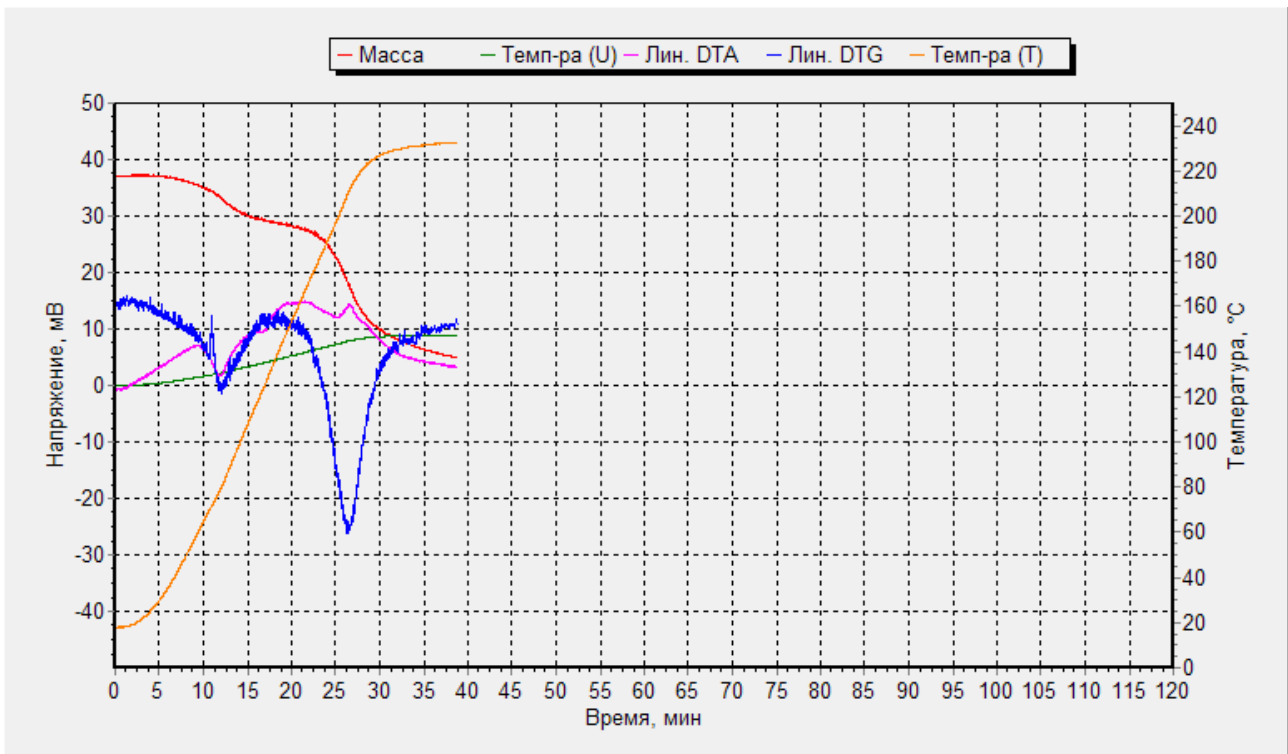


Рис. Д2 – Дериватограми цукерок кристалічної структури на основі ГЛЮКОЗИ

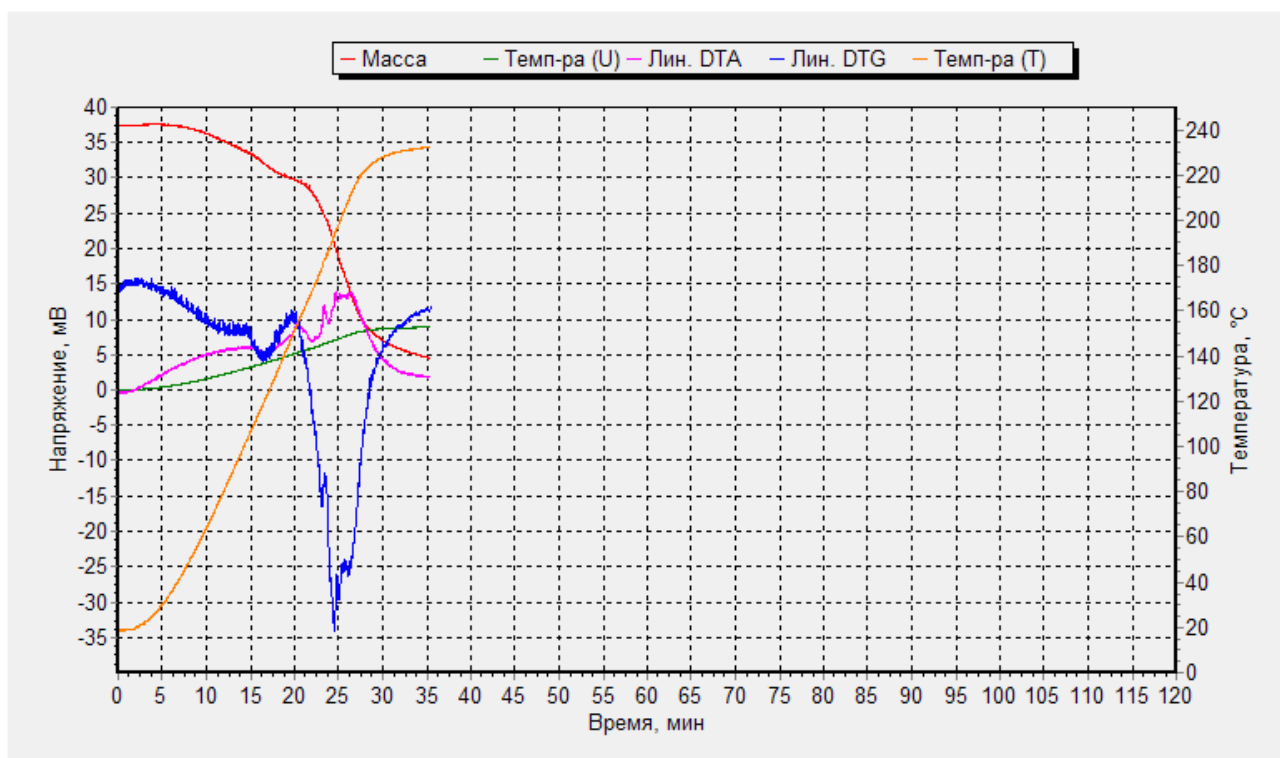


Рис. Д3 – Дериватограми цукерок кристалічної структури на основі лактози і фруктози

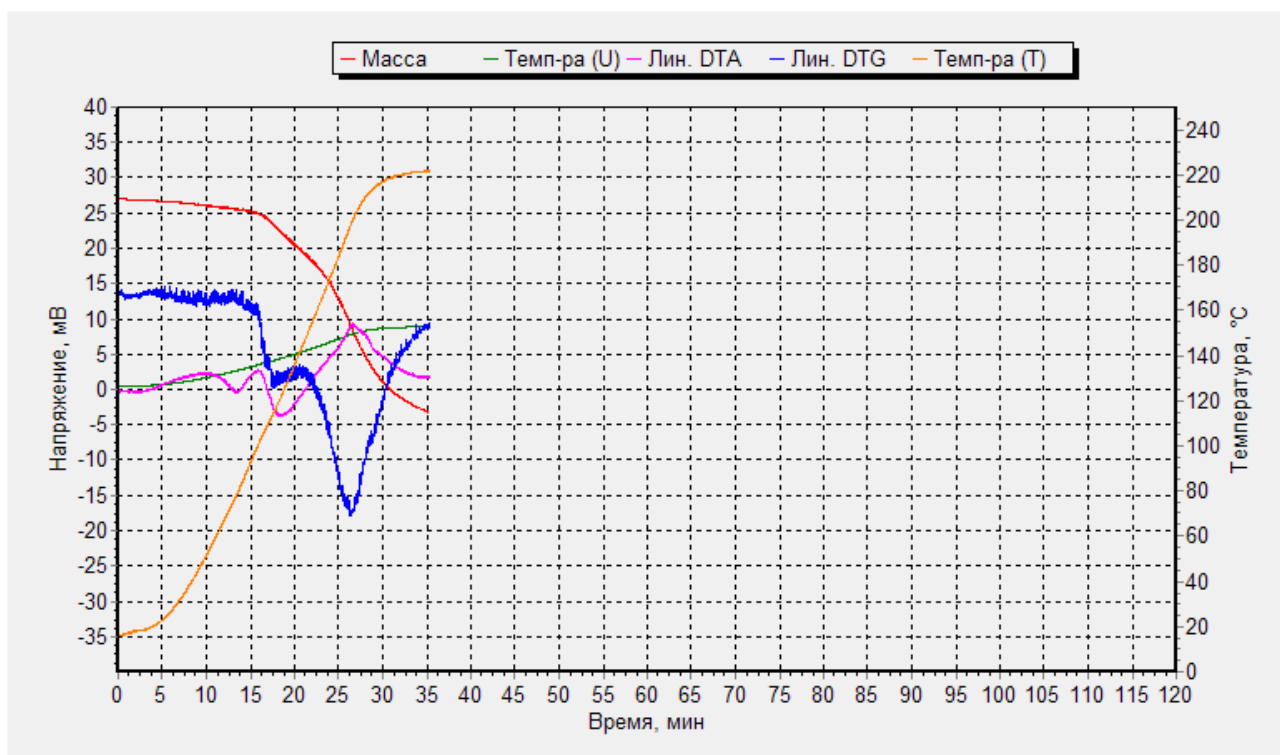


Рис. Д4 – Дериватограми цукерок кристалічної структури на основі тагатози і фруктози

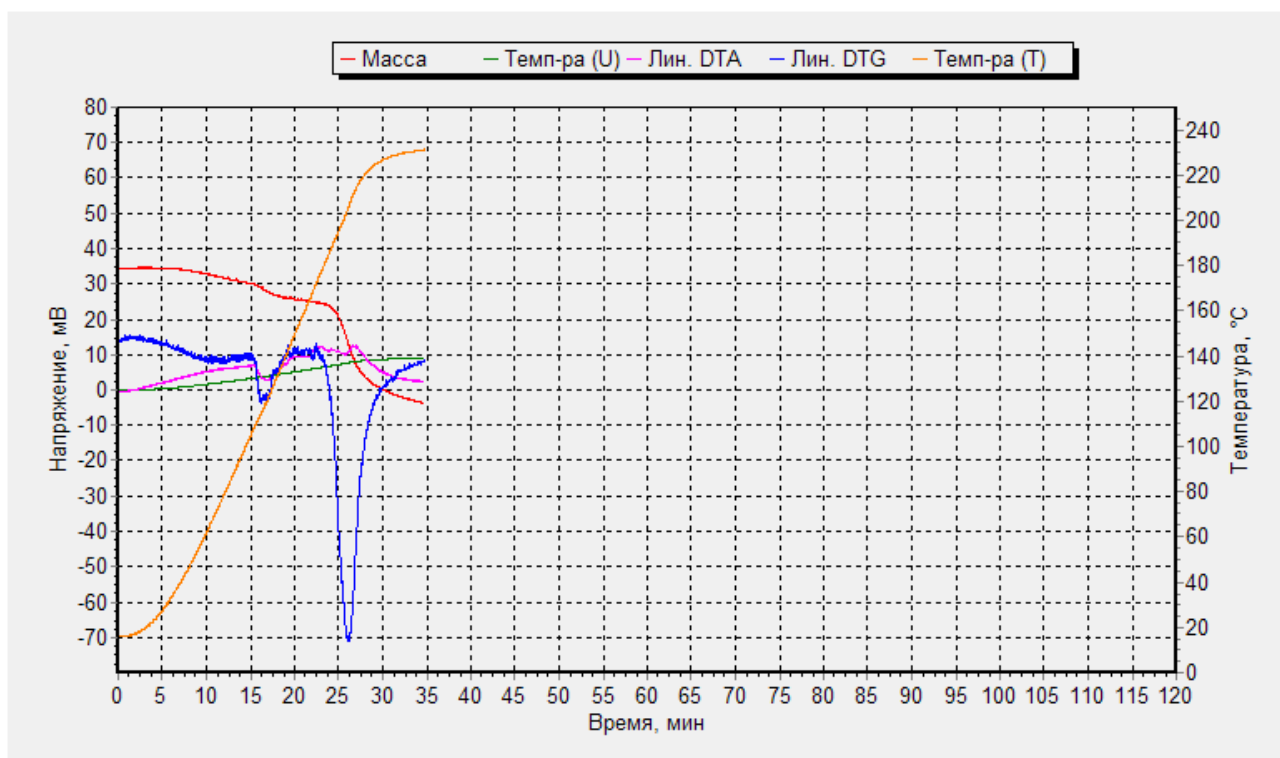
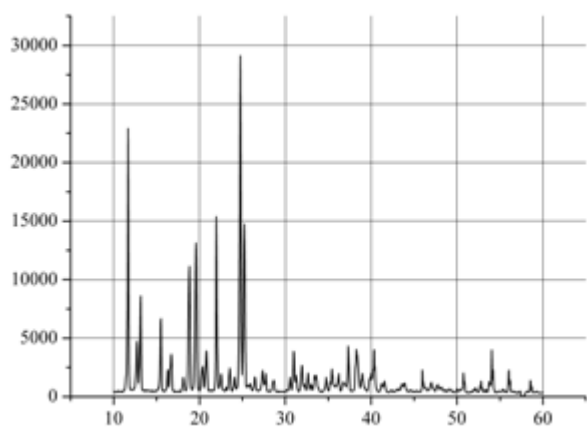


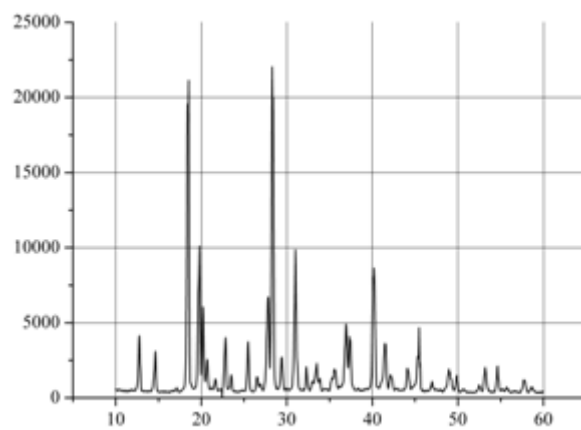
Рис. Д5– Дериватограми цукерок кристалічної структури на основі сахарози і полідекстрози

Додаток Е

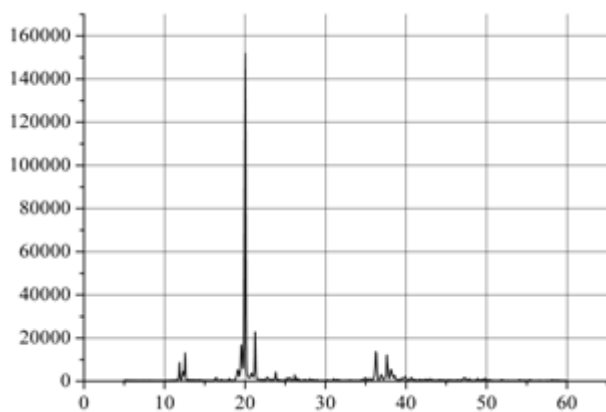
ДИФРАКТОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦУКРІВ І ПОЛІДЕКСТРОЗИ



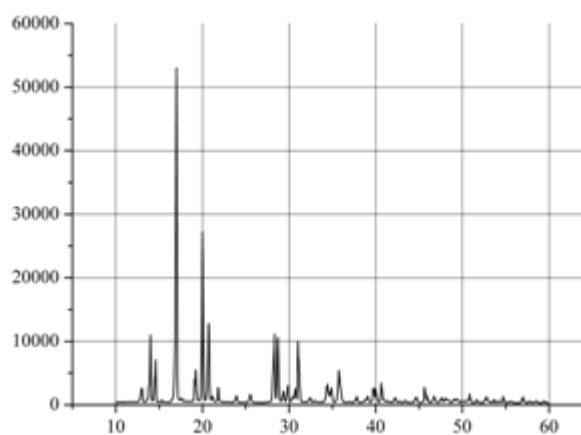
а)



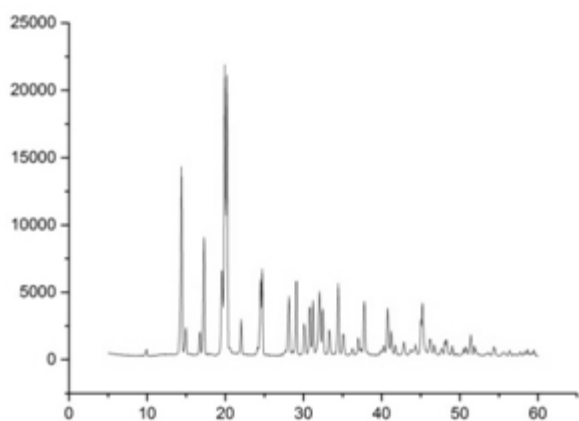
б)



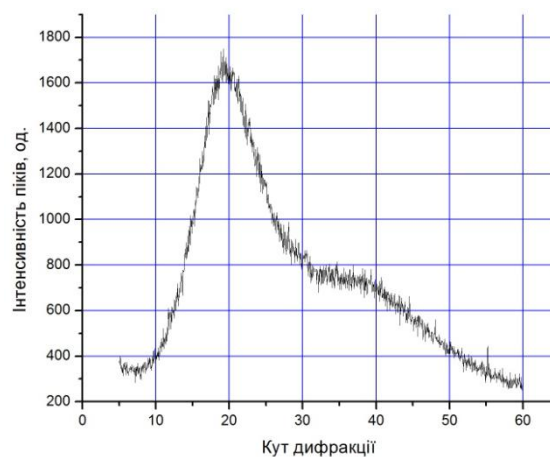
в)



г)



д)



е)

Рис. Е1 - Дифрактограми вуглеводів а) сахарози; б) глюкози; в) лактози; г) фруктози; д) тагатози; е) полідекстрози

Додаток Є

РОЗРАХУНОК КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ЦУКЕРОК КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ЦУКРІВ

Таблиця Є.1 – Розрахунок комплексного показника якості помадних цукерок на основі сахарози

1 рівень		2 рівень							
Значення показника вагомості		Значення показника вагомості		Р _д	Р _б	Значення показника вагомості		Р _д	Р _б
М ₁	0,5	М ₁	0,3	3	5	М ₁	0,5	9,5	16
М ₂	0,5	М ₂	0,2	4	5	М ₂	0,5	6	14
		М ₁	0,3	4,95	5				
		М ₂	0,2	4,95	5				
$\text{КПЯ} = 0,5 \cdot \left(0,3 \cdot \frac{3}{5} + 0,2 \cdot \frac{4}{5} + 0,3 \cdot \frac{4,95}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,95}{5} \right) + 0,5 \left(0,5 \cdot \frac{9,5}{12} + 0,5 \cdot \frac{6}{9} \right) = 0,78$									

Таблиця Є.2 – Розрахунок комплексного показника якості цукерок на основі глюкози «Енергійна ягідка»

1 рівень		2 рівень							
Значення показника вагомості		Значення показника вагомості		Р _д	Р _б	Значення показника вагомості		Р _д	Р _б
М ₁	0,5	М ₁	0,3	4,7	5	М ₁	0,5	9,5	16
М ₂	0,5	М ₂	0,2	4,8	5	М ₂	0,5	65	80
		М ₁	0,3	4,97	5				
		М ₂	0,2	4,95	5				
$\text{КПЯ} = 0,5 \cdot \left(0,3 \cdot \frac{4,7}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,8}{5} + 0,3 \cdot \frac{4,97}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,95}{5} \right) + 0,5 \left(0,5 \cdot \frac{9,5}{12} + 0,5 \cdot \frac{65}{68} \right) = 0,92$									

Таблиця Є.3 – Розрахунок комплексного показника якості цукерок на основі лактози і фруктози «Молочне сузір'я»

1 рівень		2 рівень							
Значення показника вагомості		Значення показника вагомості		Р _д	Р _б	Значення показника вагомості		Р _д	Р _б
М ₁	0,5	М ₁	0,3	4,9	5	М ₁	0,5	11,2	16
М ₂	0,5	М ₂	0,2	4,7	5	М ₂	0,5	71,9	80
		М ₁	0,3	4,85	5				
		М ₂	0,2	4,95	5				
$\text{КПЯ} = 0,5 \cdot \left(0,3 \cdot \frac{4,9}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,7}{5} + 0,3 \cdot \frac{4,85}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,95}{5} \right) + 0,5 \left(0,5 \cdot \frac{11,2}{12} + 0,5 \cdot \frac{71,9}{75} \right) = 0,96$									

Таблиця Є.4 – Розрахунок комплексного показника якості цукерок на основі тагатози і фруктози «Тагантіні»

1 рівень		2 рівень							
Значення показника вагомості		Значення показника вагомості		P _д	P _б	Значення показника вагомості		P _д	P _б
M ₁	0,5	M ₁	0,3	4,9	5	M ₁	0,5	10,5	16
M ₂	0,5	M ₂	0,2	4,9	5	M ₂	0,5	75,9	80
		M ₁	0,3	4,95	5				
		M ₂	0,2	4,9	5				
$\text{КПЯ} = 0,5 \cdot \left(0,3 \cdot \frac{4,9}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,9}{5} + 0,3 \cdot \frac{4,95}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,9}{5} \right) + 0,5 \left(0,5 \cdot \frac{10,5}{12} + 0,5 \cdot \frac{75,9}{79} \right) = 0,95$									

Таблиця Є.5 – Розрахунок комплексного показника якості цукерок на основі сахарози і полідекстрази «Ноктюрн»

1 рівень		2 рівень							
Значення показника вагомості		Значення показника вагомості		P _д	P _б	Значення показника вагомості		P _д	P _б
M ₁	0,5	M ₁	0,3	4,91	5	M ₁	0,5	9,0	16
M ₂	0,5	M ₂	0,2	4,8	5	M ₂	0,5	12,5	14
		M ₁	0,3	4,95	5				
		M ₂	0,2	4,9	5				
$\text{КПЯ} = 0,5 \cdot \left(0,3 \cdot \frac{4,91}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,8}{5} + 0,3 \cdot \frac{4,95}{5} + 0,2 \cdot \frac{4,9}{5} \right) + 0,5 \left(0,5 \cdot \frac{9,0}{12} + 0,5 \cdot \frac{12,5}{14} \right) = 0,90$									

Додаток Ж
АКТИ ПРОМИСЛОВОЇ АПРОБАЦІЇ
РОЗРОБЛЕНИХ ВИРОБІВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор підприємства

СОК «Чиста Флора»

Стовп'юк Микола

Михайлович

М.М. Січак 2021 р.



АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок на глюкозі
«Енергійна ягідка»

Нами, комісією у складі : директор Стовп'юк М.М., технолог Гоянюк М.М., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістр Моренець А.О. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі глюкози у кількості 30 кг. Цукерки представлені наступною рецептурою:

- помадні цукерки «Енергійна ягідка» з глюкозою, чорносмородиновим пюре та структуроутворювачем желатином;

Рецептура помадних цукерок наведена в таблиці 1

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Енергійна ягідка» цукру глюкози на заміну цукру білого кристалічного.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу, після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.

2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної заміни сахарози на глюкозу в рецептурному складі помадних цукерок.

2. Нові вироби можуть рекомендуватися як швидке джерело енергії для осіб із підвищеною розумовою або фізичною активністю та для дітей.

3. Розроблення асортименту помадних цукерок з глюкозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок спортсменів та дітей.
4. Використання ягідного пюре дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок на глюкозі у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецепттура помадних цукерок «Енергійна ягідка»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса на глюкозі	89	904,09	804,64	904,09	804,64
Масло вершкове	84	74,70	62,75	74,70	62,75
Желатинова маса	84	23,46	19,70	23,46	19,70
Всього	-	1002,25	887,10	1002,25	887,10
Вихід	88	1000	880	1000	880
Рецептура цукрової помади		На 904,09 кг			
Глюкоза в сироп	90	809,83	728,85	732,16	658,95
Пюре смородини	10	161,97	16,20	146,43	14,64
Патока крохмальна	78	80,98	63,17	73,22	57,11
Глюкоза(затравка)	90	80,98	72,89	73,22	65,89
Всього	-	1133,77	899,0	951,81	812,77
Вихід	89	1000	890	904,09	804,64
Рецептура желатинової маси		На 23,46 кг			
Желатин	87	955,86	831,6	22,88	19,91
Всього	-	955,86	831,6	22,88	19,91
Вихід	84	1000	840	23,46	19,71
Зведена рецепттура					
Глюкоза	90	805,38	724,84	822,52	740,27
Пюре смородини	10	146,43	14,64	149,55	14,95
Патока	78	73,22	57,11	74,77	58,32
Масло вершкове	84	74,70	62,75	76,29	64,09
Желатин	87	22,88	19,91	23,37	20,33
Всього	-	1122,61	879,25	1146,50	897,96
Вихід	88	1000	880	1000	880

Підписи членів комісії:

Директор

Технолог

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Магістр НУХТ

 Стовп'юк М.М.

 Гоянюк М.М.

 Кохан О.О.

 Онофрійчук О.С.

 Моренець А.О.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор підприємства

СОК «Чиста Флора»

Стовп'юк Микола

Михайлович

29 січня 2021 р.



АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою глікемічністю на основі лактози і фруктози «Молочне сузір'я»

Нами, комісією у складі : директор Стовп'юк М.М., технолог Гоянюк М.М., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі цукрів лактози і фруктози у кількості 300 кг. Цукерки представлені рецептурою:

- Помадні цукерки «Молочне сузір'я» з лактозою, фруктозою та какао-порошком

Рецептура помадних цукерок наведена в таблиці 1

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Молочне сузір'я» цукрів лактози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.

2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби зі зниженою глікемічністю».
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з цукрами лактозою і фруктозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет та дітей.

4. Використання какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептúra помадних цукерок «Молочне сузір'я»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89,0	976,47	869,6	976,47	869,6
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,21	38,20
Ароматизатор	-	2,44	-	2,44	-
Всього	-	1019,12	907,26	1019,12	907,26
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00
Рецептура цукрової помади		На 976,47 кг			
Лактоза	99,7	411,82	410,58	402,13	400,92
Фруктоза	99,1	411,82	408,11	402,13	398,51
Патока крохмальна	78,0	102,95	80,30	100,53	78,41
Всього	-	926,59	898,99	904,79	877,84
Вихід	89,0	1000,00	890,00	976,47	869,06
Зведена рецептúra					
Лактоза	99,7	402,13	400,92	403,15	401,94
Фруктоза	99,1	402,13	398,51	403,15	399,52
Патока крохмальна	78,0	100,53	78,41	100,78	78,61
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,32	38,30
Ароматизатор	-	2,44	-	2,45	-
Всього	-	947,44	916,04	949,85	918,37
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00

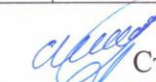
Підписи членів комісії:


Директор


Технолог


Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

 Стівнюк М.М.

 Гоянюк М.М.

 Кохан О.О.

 Онофрійчук О.С.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор підприємства

СОК «Чиста Флора»

Стовп'юк Микола

Михайлович

29 січня 2021 р.

АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та калорійністю «Тагантіні» та «Ноктюрн»

Нами, комісією у складі : директор Стовп'юк М.М., технолог Гоянюк М.М., _____, к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістранти Польських М.А., Опалінська Л.О., Грицайова А.О. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі цукрів тагатози і фруктози або з додаванням полідекстрози у кількості 1,00 кг. Цукерки представлені двома рецептурами:

- помадні цукерки «Тагантіні» з тагатоною, фруктозою та чорносморидиновим підваром;
- помадні цукерки «Ноктюрн» з цукром білим кристалічним, полідекстрозою та какао-порошком.

Рецептура помадних цукерок наведена в таблицях 1-2

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Тагантіні» - цукрів тагатози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного, в рецептурі цукерок «Ноктюрн» - зменшення кількості цукру білого кристалічного на 30% за рахунок використання харчового волокна полідекстрози.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної або часткової заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.

2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби із зменшеною енергетичною цінністю» та «вироби зі зниженою глікемічністю».
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з цукрами тагатозою, фруктозою та харчовим волокном полідекстрозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет, споживачів які контролюють масу тіла та дітей.
4. Використання ягідного підвару та какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та енергетичною цінністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептúra помадних цукерок «Тагантіні»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса	89,0	923,66	822,06	923,66	822,06
Підварка чорносмородинова	72,0	75,19	51,88	75,19	51,88
Молочний жир	99,0	18,89	18,70	18,89	18,70
Кислота лимонна	91,2	3,76	3,42	3,76	3,42
Всього	-	1021,50	896,06	1021,50	896,06
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,00
Рецептура цукрової помади		На 923,26 кг			
Тагато́за	98,50	835,73	823,19	759,90	748,50
Фрукто́за	99,10	89,73	88,92	81,59	80,85
Пато́ка крохмальна	78,00	90,37	70,49	82,17	64,09
Всього	-	1015,83	982,6	917,79	893,44
Вихід	89,00	1000,00	890,00	909,26	809,24
Зведена рецептура					
Тагато́за	98,50	759,90	748,50	762,95	751,51
Фрукто́за	99,10	81,59	80,85	81,91	81,17
Пато́ка крохмальна	78,00	82,17	64,09	82,5	64,35
Підварка чорносмородинова	69,00	75,19	51,88	75,49	52,01
Молочний жир	99,00	18,89	18,70	18,96	18,77
Лимонна кислота	91,20	3,76	3,42	3,78	3,45
Всього	-	1021,50	964,02	1025,59	971,26
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,0

Таблиця 2. Рецептūra помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,37	0,34
Всього	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади		На 900,72 кг			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89	100	890	900,72	801,64
Зведена рецептūra					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90	1000	900	1000	900

Підписи членів комісії:

Директор

Технолог

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ


 Стовп'юк М.М.


 Гоянюк М.М.

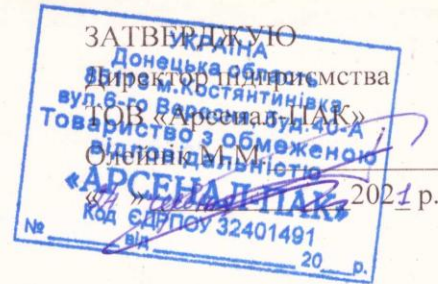

 Кохан О.О.


 Онофрійчук О.С.


 Польських М.А.


 Опалінська Л.О.


 Грицайова А.О.



АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та калорійністю
«Тагантіні» та «Ноктюрн»

Нами, комісією у складі : директор Олейнік М.М., головний технолог Васильєва Т.О., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістранти Польських М.А., Опалінська Л.О., Грицайова А.О. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі цукрів тагатози і фруктози або з додаванням полідекстрози у кількості 1,00 кг. Цукерки представлені двома рецептурами:

- помадні цукерки «Тагантіні» з тагатоною, фруктоною та чорносмородиновим підваром;
- помадні цукерки «Ноктюрн» з цукром білим кристалічним, полідекстроною та какао-порошком.

Рецептура помадних цукерок наведена в таблицях 1-2

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Тагантіні» - цукрів тагатози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного, в рецептурі цукерок «Ноктюрн» - зменшення кількості цукру білого кристалічного на 30% за рахунок використання харчового волокна полідекстрози.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної або часткової заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби із зменшеною енергетичною цінністю» та «вироби зі зниженою глікемічністю».

3. Розроблення асортименту помадних цукерок з цукрами тагатоною, фруктозою та харчовим волокном полідекстрозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет, споживачів які контролюють масу тіла та дітей.
4. Використання ягідного підвару та какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та енергетичною цінністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептатура помадних цукерок «Тагантіні»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса	89,0	923,66	822,06	923,66	822,06
Підварка чорносмородинова	72,0	75,19	51,88	75,19	51,88
Молочний жир	99,0	18,89	18,70	18,89	18,70
Кислота лимонна	91,2	3,76	3,42	3,76	3,42
Всього	-	1021,50	896,06	1021,50	896,06
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,00
Рецептура цукрової помади		На 923,26 кг			
Тагатога	98,50	835,73	823,19	759,90	748,50
Фруктоза	99,10	89,73	88,92	81,59	80,85
Патока крохмальна	78,00	90,37	70,49	82,17	64,09
Всього	-	1015,83	982,6	917,79	893,44
Вихід	89,00	1000,00	890,00	909,26	809,24
Зведена рецептатура					
Тагатога	98,50	759,90	748,50	762,95	751,51
Фруктоза	99,10	81,59	80,85	81,91	81,17
Патока крохмальна	78,00	82,17	64,09	82,5	64,35
Підварка чорносмородинова	69,00	75,19	51,88	75,49	52,01
Молочний жир	99,00	18,89	18,70	18,96	18,77
Лимонна кислота	91,20	3,76	3,42	3,78	3,45
Всього	-	1021,50	964,02	1025,59	971,26
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,0

Таблиця 2. Рецептúra помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,37	0,34
Всього	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади		На 900,72 кг			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстро́за	96	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89	100	890	900,72	801,64
Зведена рецептура					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстро́за	96	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90	1000	900	1000	900

Підписи членів комісії:

Директор

Головний технолог

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ

Олейнік М.М.

Васильєва Т.О.

Кохан О.О.

Онофрійчук О.С.

Польських М.А.

Опалінська Л.О.

Грицайова А.О.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор підприємства Cake Production
ФОП «Лазарева І.С.»
Лазарева І.С. _____

АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок на глюкозі
«Енергійна ягідка»

Нами, комісією у складі: директор підприємства «Cake Production» Лазарева І.С., начальник цеху Андрейчук К.Ю., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістр Моренець А.О. було випущено дослідно-промислово партію помадних цукерок на основі глюкози у кількості 30 кг. Цукерки представлені наступною рецептурою:

- помадні цукерки «Енергійна ягідка» з глюкозою, чорносмородиновим пюре та структуроутворювачем желатином;

Рецептура помадних цукерок наведена в таблиці 1

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Енергійна ягідка» цукру глюкози на заміну цукру білого кристалічного.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу, після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки:

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної заміни сахарози на глюкозу в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби можуть рекомендуватися як швидке джерело енергії для осіб із підвищеною розумовою або фізичною активністю та для дітей.
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з глюкозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за людей, що ведуть активний спосіб життя та дітей.
4. Використання ягідного пюре дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.

5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок на глюкозі у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептатура помадних цукерок «Енергійна ягідка»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса на глюкозі	89	904,09	804,64	904,09	804,64
Масло вершкове	84	74,70	62,75	74,70	62,75
Желатинова маса	84	23,46	19,70	23,46	19,70
Всього	-	1002,25	887,10	1002,25	887,10
Вихід	88	1000	880	1000	880
Рецептура цукрової помади		На 904,09 кг			
Глюкоза в сироп	90	809,83	728,85	732,16	658,95
Пюре смородини	10	161,97	16,20	146,43	14,64
Патока крохмальна	78	80,98	63,17	73,22	57,11
Глюкоза(затравка)	90	80,98	72,89	73,22	65,89
Всього	-	1133,77	899,0	951,81	812,77
Вихід	89	1000	890	904,09	804,64
Рецептура желатинової маси		На 23,46 кг			
Желатин	87	955,86	831,6	22,88	19,91
Всього	-	955,86	831,6	22,88	19,91
Вихід	84	1000	840	23,46	19,71
Зведена рецептатура					
Глюкоза	90	805,38	724,84	822,52	740,27
Пюре смородини	10	146,43	14,64	149,55	14,95
Патока	78	73,22	57,11	74,77	58,32
Масло вершкове	84	74,70	62,75	76,29	64,09
Желатин	87	22,88	19,91	23,37	20,33
Всього	-	1122,61	879,25	1146,50	897,96
Вихід	88	1000	880	1000	880

Підписи членів комісії:

Директор

Начальник цеху

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Магістр НУХТ

Лазарева І.С.

Андрейчук К.Ю.

Кохан О.О.

Онофрійчук О.С.

Моренець А.О.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор підприємства Cake Production
ФОП «Лазарева І.С.»
Лазарева І.С. _____

АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою глікемічністю на основі лактози і фруктози
«Молочне сузір'я»

Нами, комісією у складі: директор підприємства «Cake Production» Лазарева І.С., начальник цеху Андрейчук К.Ю., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі цукрів лактози і фруктози у кількості 30 кг. Цукерки представлені рецептурою:

- Помадні цукерки «Молочне сузір'я» з лактозою, фруктозою та какао-порошком.

Рецептура помадних цукерок наведена в таблиці 1

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Молочне сузір'я» цукрів лактози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу, після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби зі зниженою глікемічністю».
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з комбінацією цукрів лактозою і фруктозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет та дітей.

4. Використання какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептúra помадних цукерок «Молочне сузір'я»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89,0	976,47	869,6	976,47	869,6
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,21	38,20
Ароматизатор	-	2,44	-	2,44	-
Всього	-	1019,12	907,26	1019,12	907,26
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00
Рецептура цукрової помади		На 976,47 кг			
Лактоза	99,7	411,82	410,58	402,13	400,92
Фруктоза	99,1	411,82	408,11	402,13	398,51
Патока крохмальна	78,0	102,95	80,30	100,53	78,41
Всього	-	926,59	898,99	904,79	877,84
Вихід	89,0	1000,00	890,00	976,47	869,06
Зведена рецептúra					
Лактоза	99,7	402,13	400,92	403,15	401,94
Фруктоза	99,1	402,13	398,51	403,15	399,52
Патока крохмальна	78,0	100,53	78,41	100,78	78,61
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,32	38,30
Ароматизатор	-	2,44	-	2,45	-
Всього	-	947,44	916,04	949,85	918,37
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00

Підписи членів комісії:

Директор

Начальник цеху

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Лазарева І.С.

Андрейчук К.Ю.

Кохан О.О.

Онофрійчук О.С.

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор підприємства Cake Production
 ФОП «Лазарева І.С.»
 Лазарева І.С. _____

АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та калорійністю «Тагантіні» та «Ноктюрн»

Нами, комісією у складі: директор підприємства «Cake Production» Лазарева І.С., начальник цеху Андрейчук К.Ю., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістранти НУХТ Польських М.А., Опалінська Л.О., Грицайова А.О. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі цукрів тагатози і фруктози та з додаванням полідекстрози у кількості 4,0 кг. Цукерки представлені двома рецептурами:

- помадні цукерки «Тагантіні» з тагатоною, фруктоною та чорносморидиновим підваром;
- помадні цукерки «Ноктюрн» з цукром білим кристалічним, полідекстроною та какао-порошком.

Рецептура помадних цукерок наведена в таблицях 1-2

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Тагантіні» - цукрів тагатози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного, в рецептурі цукерок «Ноктюрн» - зменшення кількості цукру білого кристалічного на 30% за рахунок використання харчового волокна полідекстрози.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу, після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної або часткової заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.

2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби із зменшеною енергетичною цінністю» та «вироби зі зниженою глікемічністю».
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з цукрами тагатозою, фруктозою та харчовим волокном полідекстрозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет, споживачів які контролюють масу тіла та дітей.
4. Використання ягідного підвару та какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та енергетичною цінністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептатура помадних цукерок «Тагантіні»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса	89,0	923,66	822,06	923,66	822,06
Підварка чорносмородинова	72,0	75,19	51,88	75,19	51,88
Молочний жир	99,0	18,89	18,70	18,89	18,70
Кислота лимонна	91,2	3,76	3,42	3,76	3,42
Всього	-	1021,50	896,06	1021,50	896,06
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,00
Рецептура цукрової помади		На 923,26 кг			
Тагатоza	98,50	835,73	823,19	759,90	748,50
Фруктоза	99,10	89,73	88,92	81,59	80,85
Патока крохмальна	78,00	90,37	70,49	82,17	64,09
Всього	-	1015,83	982,6	917,79	893,44
Вихід	89,00	1000,00	890,00	909,26	809,24
Зведена рецептатура					
Тагатоza	98,50	759,90	748,50	762,95	751,51
Фруктоза	99,10	81,59	80,85	81,91	81,17
Патока крохмальна	78,00	82,17	64,09	82,5	64,35
Підварка чорносмородинова	69,00	75,19	51,88	75,49	52,01
Молочний жир	99,00	18,89	18,70	18,96	18,77
Лимонна кислота	91,20	3,76	3,42	3,78	3,45
Всього	-	1021,50	964,02	1025,59	971,26
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,0

Таблиця 2. Рецептура помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,37	0,34
Всього	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади		На 900,72 кг			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89	100	890	900,72	801,64
Зведена рецептура					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90	1000	900	1000	900

Підписи членів комісії:

Директор

Начальник цеху

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ

Лазарева І.С.

Андрейчук К.Ю.

Кохан О.О.

Онофрійчук О.С.

Польських М.А.

Опалінська Л.О.

Грицайова А.О.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Головний технолог ЗАТ «Житомирські ласощі»
Сіденко Людмила Петрівна



АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою
глікемічністю та калорійністю
«Тагантіні» та «Ноктюрн»

Нами, комісією у складі : головний технолог Сіденко Л.П., інженер-технолог ВТВ Ярошинська Н.А., начальник служби якості Головецька Н.В., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістранти Польських М.А., Опалінська Л.О., Грицайова А.О. було випущено дослідно-промислово партію помадних цукерок на основі цукрів тагатози і фруктози або з додаванням полідекстрози у кількості 100 кг. Цукерки представлені двома рецептурами:

- помадні цукерки «Тагантіні» з тагатозою, фруктозою та чорносмородиновим підваром;
- помадні цукерки «Ноктюрн» з цукром білим кристалічним, полідекстрозою та какао-порошком.

Рецептура помадних цукерок наведена в таблицях 1-2

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Тагантіні» - цукрів тагатози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного, в рецептурі цукерок «Ноктюрн» - зменшення кількості цукру білого кристалічного на 30% за рахунок використання харчового волокна полідекстрози.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної або часткової заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби із зменшеною енергетичною цінністю» та «вироби зі зниженою глікемічністю».

3. Розроблення асортименту помадних цукерок з цукрами тагатозою, фруктозою та харчовим волокном полідекстрозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет, споживачів які контролюють масу тіла та дітей.
4. Використання ягідного підвару та какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та енергетичною цінністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептатура помадних цукерок «Тагантіні»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса	89,0	923,66	822,06	923,66	822,06
Підварка чорносмородинова	72,0	75,19	51,88	75,19	51,88
Молочний жир	99,0	18,89	18,70	18,89	18,70
Кислота лимонна	91,2	3,76	3,42	3,76	3,42
Всього	-	1021,50	896,06	1021,50	896,06
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,00
Рецептура цукрової помади		На 923,26 кг			
Тагатоza	98,50	835,73	823,19	759,90	748,50
Фруктоза	99,10	89,73	88,92	81,59	80,85
Патока крохмальна	78,00	90,37	70,49	82,17	64,09
Всього	-	1015,83	982,6	917,79	893,44
Вихід	89,00	1000,00	890,00	909,26	809,24
Зведена рецептатура					
Тагатоza	98,50	759,90	748,50	762,95	751,51
Фруктоза	99,10	81,59	80,85	81,91	81,17
Патока крохмальна	78,00	82,17	64,09	82,5	64,35
Підварка чорносмородинова	69,00	75,19	51,88	75,49	52,01
Молочний жир	99,00	18,89	18,70	18,96	18,77
Лимонна кислота	91,20	3,76	3,42	3,78	3,45
Всього	-	1021,50	964,02	1025,59	971,26
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,0

Таблиця 2. Рецептатура помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,37	0,34
Всього	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади		На 900,72 кг			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89	100	890	900,72	801,64
Зведена рецептатура					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90	1000	900	1000	900

Підписи членів комісії:

Головний технолог

Інженер-технолог ВТВ

Начальник служби якості

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ

Магістрант НУХТ

Сіденко Л.П.

Ярошинська Н.А.

Головецька Н.В.

Кохан О.О.

Онофрійчук О.С.

Польських М.А.

Опалінська Л.О.

Грицайова А.О.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Головний технолог ЗАТ «Житомирські ласощі»
Сіденко Людмила Петрівна



АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок на глюкозі
«Енергійна ягідка»

Нами, комісією у складі : головний технолог Сіденко Л.П., інженер-технолог ВТВ Ярошинська Н.А., начальник служби якості Головецька Н.В., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістр Моренець А.О. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі глюкози у кількості 30 кг. Цукерки представлені наступною рецептурою:

- помадні цукерки «Енергійна ягідка» з глюкозою, чорносмородиновим пюре та структуроутворювачем желатином;

Рецептура помадних цукерок наведена в таблиці 1

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Енергійна ягідка» цукру глюкози на заміну цукру білого кристалічного.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.

2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної заміни сахарози на глюкозу в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби можуть рекомендуватися як швидке джерело енергії для осіб із підвищеною розумовою або фізичною активністю та для дітей .
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з глюкозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок спортсменів та дітей.
4. Використання ягідного пюре дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.

5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок на глюкозі у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептūra помадних цукерок «Енергійна ягідка»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Помадна маса на глюкозі	89	904,09	804,64	904,09	804,64
Масло вершкове	84	74,70	62,75	74,70	62,75
Желатинова маса	84	23,46	19,70	23,46	19,70
Всього	-	1002,25	887,10	1002,25	887,10
Вихід	88	1000	880	1000	880
Рецептура цукрової помади		На 904,09 кг			
Глюкоза в сироп	90	809,83	728,85	732,16	658,95
Пюре смородини	10	161,97	16,20	146,43	14,64
Патока крохмальна	78	80,98	63,17	73,22	57,11
Глюкоза(затравка)	90	80,98	72,89	73,22	65,89
Всього	-	1133,77	899,0	951,81	812,77
Вихід	89	1000	890	904,09	804,64
Рецептура желатинової маси		На 23,46 кг			
Желатин	87	955,86	831,6	22,88	19,91
Всього	-	955,86	831,6	22,88	19,91
Вихід	84	1000	840	23,46	19,71
Зведена рецептура					
Глюкоза	90	805,38	724,84	822,52	740,27
Пюре смородини	10	146,43	14,64	149,55	14,95
Патока	78	73,22	57,11	74,77	58,32
Масло вершкове	84	74,70	62,75	76,29	64,09
Желатин	87	22,88	19,91	23,37	20,33
Всього	-	1122,61	879,25	1146,50	897,96
Вихід	88	1000	880	1000	880

Підписи членів комісії:

Головний технолог

Інженер-технолог ВТВ

Начальник служби якості

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Магістр НУХТ

Сіденко Л.П.

Ярошинська Н.А.

Головецька Н.В.

Кохан О.О.

Онофрійчук О.С.

Моренець А.О.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний технолог ЗАТ «Житомирські ласощі»

Сіденко Людмила Петрівна



АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою глікемічністю на основі лактози і фруктози
«Молочне сузір'я»

Нами, комісією у складі : головний технолог Сіденко Л.П., інженер-технолог ВТВ Ярошинська Н.А., начальник служби якості Головецька Н.В., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С. було випущено дослідно-промислово партію помадних цукерок на основі цукрів лактози і фруктози у кількості 300 кг. Цукерки представлені рецептурою:

- Помадні цукерки «Молочне сузір'я» з лактозою, фруктозою та какао-порошком

Рецептура помадних цукерок наведена в таблиці 1

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Молочне сузір'я» цукрів лактози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.

2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби зі зниженою глікемічністю».
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з цукрами лактозою і фруктозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет та дітей.
4. Використання какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.

5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептатура помадних цукерок «Молочне сузір'я»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89,0	976,47	869,6	976,47	869,6
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,21	38,20
Ароматизатор	-	2,44	-	2,44	-
Всього	-	1019,12	907,26	1019,12	907,26
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00
Рецептура цукрової помади		На 976,47 кг			
Лактоза	99,7	411,82	410,58	402,13	400,92
Фруктоза	99,1	411,82	408,11	402,13	398,51
Патока крохмальна	78,0	102,95	80,30	100,53	78,41
Всього	-	926,59	898,99	904,79	877,84
Вихід	89,0	1000,00	890,00	976,47	869,06
Зведена рецептатура					
Лактоза	99,7	402,13	400,92	403,15	401,94
Фруктоза	99,1	402,13	398,51	403,15	399,52
Патока крохмальна	78,0	100,53	78,41	100,78	78,61
Какао порошок	95,0	40,21	38,20	40,32	38,30
Ароматизатор	-	2,44	-	2,45	-
Всього	-	947,44	916,04	949,85	918,37
Вихід	90,0	1000,00	900,00	1000,00	900,00

Підписи членів комісії:

Головний технолог

Інженер-технолог ВТВ

Начальник служби якості

Доцент НУХТ

Аспірант НУХТ

Сіденко Л.П.

Ярошинська Н.А.

Головецька Н.В.

Кохан О.О.

Онофрійчук О.С.

Додаток 3
АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ
ПРОЦЕС

Міністерство освіти і науки України
 Національний університет харчових технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. ректора НУХТ

В.Л. Яровий

2020р.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і дисертаційних робіт у навчальний процес вищих навчальних закладів

Замовник Національний університет харчових технологій

(найменування організації, установи)

Яровий В.Л.

(П.І.Б. керівника)

Дійсним актом підтверджується, що результати: науково-дослідної роботи «Розроблення та вдосконалення технології кондитерських виробів подовженого терміну зберігання на основі використання нових функціональних інгредієнтів», що виконувалася відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідної роботи «Розробка інноваційних технологій кондитерських виробів спеціального, оздоровчого та дієтичного призначення» (Державний реєстраційний номер 0117u003717 (чинний до 09.22))

виконаної на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів

(найменування кафедри)

виконуваної з 22.02.20

по

10.11.20

(термін виконання)

впроваджені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Вид впроваджених результатів: технологія цукристих кондитерських виробів

Форма впровадження: лекційні, лабораторні заняття та магістерські роботи

Новизна результатів науково-дослідних робіт: Розроблено технологію помадних цукерок зі зниженою калорійністю та глікемічністю із частковою заміною рецептурі виробів сахарози на інноваційне харчове волокно - полідекстрозу.

Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР: «Технології кондитерських виробів», «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів»

Соціальний і науково-технічний ефект: розроблені неглазуровані помадні цукерки із частковою заміною сахарози на полідекстрозу мають знижений показник глікемічності, знижену калорійність і можуть рекомендуватися до вживання споживачам, які контролюють калорійність свого раціону та дітям.

Керівник НДР

Leh' (О.О. Кохан)

« 10 » листопада 2020 р.

Виконавці

Онофрійчук О.С. Of

Польських М.А. Польських

Опалінська Л.О. Опалінська

Грицайова А.О. Грицайова

Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Ректор НУХТ
А.І. Українець
2018 р.



АКТ

впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і дисертаційних робіт у навчальний процес вищих навчальних закладів

Замовник Національний університет харчових технологій
(найменування організації, установи)

Українець А.І.
(П.І.Б. керівника)

Дійсним актом підтверджується, що результати: науково-дослідної роботи «Розроблення та вдосконалення технології кондитерських виробів подовженого терміну зберігання на основі використання нових функціональних інгредієнтів», що виконувалася відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідної роботи «Розробка інноваційних технологій кондитерських виробів спеціального, оздоровчого та дієтичного призначення» (Державний реєстраційний номер 0117u003717 (чинний до 09.22))

виконаної на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів
(найменування кафедри)

виконуваної з 22.02.18 по 1.12.18
(термін виконання)

впроваджені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Вид впроваджених результатів: технологія цукристих кондитерських виробів

Форма впровадження: лекційні, лабораторні заняття та магістерські роботи

Новизна результатів науково-дослідних робіт: Розроблено технологію помадних цукерок без використання традиційного цукру сахарози, на основі комбінації цукрів лактози і фруктози та глюкози і фруктози.

Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР:

«Технології кондитерських виробів», «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів»

Соціальний і науково-технічний ефект: розроблені неглазуровані помадні цукерки на основі глюкози і фруктози можуть бути рекомендовані як джерело швидких вуглеводів для дітей та людей з високою інтенсивністю праці, а цукерки на основі лактози і фруктози мають знижений показник глікемічності і можуть вживатися людьми хворими на цукровий діабет.

Керівник НДР

О.О. Кохан
«10» грудня 2018 р.

Виконавці

Онофрійчук О.С.
Єрмакова С.С.
Моренець А.О.

Додаток І
ПАТЕНТИ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ







Додаток К

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час розробки і впровадження у виробництво нових видів кондитерських виробів доцільним є проведення розрахунку економічного ефекту виробництва розроблених виробів.

Розрахунок економічного ефекту виробництва проводили для помадних цукерок на основі тагатози та фруктози «Тагантіні», глюкози «Енергійна ягідка», лактози та фруктози «Молочне сузір'я», сахарози та полідекстрози «Ноктюрн». Розрахунок економічного ефекту включає в себе вартість сировини і матеріалів, витрати на заробітну плату, загальновиробничі витрати, витрати на збут, планування прибутку, визначення економічної ефективності окремих організаційно-технічних заходів та виробництва в цілому, для внутрішньозаводського планування, а також для формування цін. Розрахунок вартості сировини для виробництва 1000 кг виробів наведений в таблиці 1.

Таблиця К.1 – Розрахунок вартості сировини для виробництва 1 т цукерок кристалічної структури

Назва сировини	Норма витрат сировини на 1 т продукції, кг	Ціна за одиницю продукції, грн.	Вартість сировини на 1 т готової продукції, грн.
Цукерки «Тагантіні»			
Тагатоza	762,95	298	227359,10
Фруктоза	81,91	120	9829,20
Патока крохмальна	82,5	70	5775,00
Підварка чорносмородинова	75,49	65	4906,85
Масло вершкове	18,96	170	3223,20
Лимонна кислота	3,78	90	340,20
<i>Разом</i>	–	–	251433,55
Цукерки «Енергійна ягідка»			
Глюкоза	822,52	70	57576,4
Пюресмородини	149,55	200	29910
Патока	74,77	70	5233,9
Масло вершкове	76,29	170	12969,3
Желатин	23,37	220	5141,4
<i>Разом</i>			110831
Цукерки «Молочне сузір'я»			
Лактоза	403,15	70	28220,50
Фруктоза	403,15	120	48378,00
Патока крохмальна	100,78	70	7054,60
Какао порошок	40,32	150	6048,00
Ароматизатор	2,45	250	612,50
<i>Разом</i>	–		90313,6

<i>Цукерки «Ноктюрн»</i>			
Цукор	524,39	28	14682,92
Полідекстроза	224,74	140	31463,60
Патока	93,65	70	6555,50
Какао-порошок	44,95	150	6742,50
Масло вершкове	74,91	140	10487,40
Коньяк	7,49	76	569,24
Карбоксиметилцелюлоза	0,38	240	91,20
<i>Разом</i>	970,51		70592,36
<i>Загальні витрати</i>			523170,51

Таблиця К.2 – Розрахунок вартості допоміжних та таропакувальних матеріалів для виробництва 1 т цукерок

Назва сировини	Норма витрат сировини на 1 т продукції	Ціна за одиницю продукції, грн.	Вартість на 1 т продукції, грн.
<i>Цукерки «Тагантіні»</i>			
Поліпропіленова обгортка	39	35	1365,00
Гумірована стрічка	1,3	320	416,00
Короб	200	8,6	1720,00
Етикетка	2,4	22	52,80
Миючі та дезінфікуючі засоби	0,03	420	12,60
<i>Разом</i>	-	-	3566,40
<i>Цукерки «Енергійна ягідка»</i>			
Поліпропіленова обгортка	39	35	1365,00
Гумірована стрічка	1,3	320	416,00
Короб	200	8,6	1720,00
Етикетка	2,4	22	52,80
Миючі та дезінфікуючі засоби	0,03	420	12,60
<i>Разом</i>	-	-	3566,40
<i>Цукерки «Молочне сузір'я»</i>			
Поліпропіленова обгортка	39	35	1365,00
Гумірована стрічка	1,3	320	416,00
Короб	200	8,6	1720,00
Етикетка	2,4	22	52,80
Миючі та дезінфікуючі засоби	0,03	420	12,60
<i>Разом</i>	-	-	3566,40
<i>Цукерки «Ноктюрн»</i>			
Поліпропіленова обгортка	39	35	1365,00
Гумірована стрічка	1,3	320	416,00
Короб	200	8,6	1720,00
Етикетка	2,4	22	52,80
Миючі та дезінфікуючі засоби	0,03	420	12,60
<i>Разом</i>	-	-	3566,40
<i>Загальні витрати</i>			14260,60

Транспортно-заготівельні витрати на 1т, які складають 5 – 10% від вартості сировини та допоміжних матеріалів

Для цукерок «Тагантіні»

$$B = (251433,55 + 3566,40) \times 0,05 = 12750,00 \text{ грн}$$

Для цукерок «Енергійна ягідка»:

$$B = (110831,00 + 3566,40) \times 0,05 = 5719,87 \text{ грн}$$

Для цукерок «Молочне сузір'я»

$$B = (90313,60 + 3566,40) \times 0,05 = 4694,00 \text{ грн}$$

Для цукерок «Ноктюрн»

$$B = (70592,36 + 3566,40) \times 0,05 = 3707,94 \text{ грн}$$

Розрахунок вартості електроенергії на технологічні цілі

Витрати на електроенергію, складаються із витрат на її оплату за встановленими тарифами і передавання до підстанції. Енергія власного виробництва враховується за її собівартістю.

Таблиця К.3 - Розрахунок вартості електроенергії та водопостачання на технологічні цілі

Енерговитрати	Ціна за одиницю, грн.	Норма витрат на 1т	Сума, грн.
Електроенергія	8,09	380	663,38
Водозабезпечення	30,4	106	3222,4
<i>Всього за статтею</i>	-	-	3885,78

Розрахунок основної заробітної плати

Фонд основної заробітної плати визначається, виходячи із прийнятих на підприємстві годинних тарифних ставок, при врахуванні кількості змін роботи обладнання та тривалості зміни. Тривалість зміни визначається технологічним процесом і встановлюється на рівні 8 або 12 годин. Розрахунок основної заробітної плати наведений в таблиці 4.

Таблиця К.4 - Розрахунок основної заробітної плати

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Тривалість зміни, год	Тарифний фонд заробітної плати за зміну, грн.
Оператор підготовки цукру	1	3	47,7	12	572,4
Оператор приготування напівфабрикату	2	4	51,4	12	1233,6
Оператор дозування компонентів	2	4	51,4	12	1233,6
Оператор формувального агрегату	1	4	51,4	12	616,8
Працівник лінії	2	3	47,7	12	1144,8
Майстер лінії	1	5	55,03	12	660,36
Укладальник-пакувальник	5	3	47,7	12	2862
Приймальник-здавальник продукції	1	3	47,7	12	572,4
Всього	-	-	-	-	8895,96

Норма виробітку помадних цукерок за зміну – 17,2 т.

На 1 т готової продукції витрати по заробітній платі складають:

$$8895,96 \times 1000 / 17200 = 517,2 \text{ грн}$$

Розрахунок додаткової заробітної плати

До додаткової заробітної плати відносять виплати виробничому персоналу, що нараховані за працю понад установлені норми, особливі умови праці. Доплати: за роботу у вихідні дні – 50 %; за роботу у нічний час – 40 %; преміальні виплати – 50 %; за роботу у святкові дні – 50 %; оплата відпустки – 6,6 %; відпускні з премією – 6,6 %. Таким чином, сума доплат складає – 203,2 %.

Розрахунок додаткової заробітної плати наведено в таблиці 5.

Таблиця К.5 - Розрахунок додаткової заробітної плати

Назва виробу	Основна заробітна плата на 1т виробів, грн.	Розмір доплат, %	Додаткова заробітна плата, грн.
Помадні цукерки	517,2	203,2	1051,0

Загальні витрати на заробітну плату з доплатами для виготовлення 1 т готової продукції складають:

$$517,2 + 1051 = 1568,2 \text{ грн.}$$

Розрахунок відрахувань до ЄСФ

Відрахування на соціальні заходи здійснюються у розмірах, визначених законодавством, у відсотках від суми основної та додаткової заробітної плати. Загальна сума відрахувань приймається у розмірі 22%. Загальна сума нарахувань становить:

$$H_{з.п.} = 1568,2 \times 0,22 = 345 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на підготовку і освоєння виробництва

Відрахування на підготовку і освоєння виробництва здійснюються у розмірах, визначених законодавством, у відсотках від суми основної заробітної плати. Загальна сума відрахувань приймається у розмірі 10%. Загальна сума нарахувань становить:

$$H_{з.п.} = 517,2 \times 0,1 = 51,7 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Витрати на утримання та експлуатацію устаткування відносяться тільки на ту продукцію, яка виготовляється на цьому обладнанні. Розподіл витрат на утримання і експлуатацію устаткування за видами продукції відбувається за допомогою бази розподілення (годин праці, заробітної плати, обсягу діяльності, ваги виробленої продукції у структурі виробництва), що прийнята підприємством. Для розрахунку витрат на утримання і експлуатацію устаткування їх розмір приймаємо на рівні 70% від суми основної заробітної плати робітників.

$$УЕО = 517,2 \times 0,7 = 362,04 \text{ грн}$$

Розрахунок загальновиробничих витрат

Загальновиробничі витрати – це комплексна стаття, яка включає кілька видів витрат: витрати на утримання, опалення, ремонт будинків громадського

характеру, амортизаційні відрахування, управлінські витрати по охороні праці та техніці безпеки і інші ОПР.

Таблиця К.6 - Розрахунок загальновиробничих витрат

Основна заробітна плата на 1т виробів, грн.	Розмір витрат,%	Загальновиробничі витрати, грн.
517,2	70	362,04

Розрахунок адміністративних витрат

До адміністративних витрат належать такі загальногосподарські витрати, що спрямовані на обслуговування і управління підприємством:

— витрати, які пов'язані з управлінням підприємством (оплата праці та витрати на матеріально-технічне забезпечення персоналу управління підприємством, придбання літератури, оплата відряджень, участь у семінарах, придбання ліцензій тощо);

— витрати на утримання та обслуговування основних засобів, інших необоротних матеріальних активів (вартість палива, енергії, оплата праці робітників зайнятих обслуговуванням, амортизація, витрати на пожежну і сторожову охорону тощо), які мають загальнозаводське призначення;

— витрати на обслуговування виробничого процесу;

— витрати, які пов'язані з професійною підготовкою або перепідготовкою працівників апарату управління;

— інші витрати.

Розмір адміністративних витрат приймаємо в розмірі 10 % від виробничої собівартості:

Для цукерок «Тагантіні»

$$V = (211433,55 + 3566,40) \times 0,1 = 25500,0 \text{ грн}$$

Для цукерок «Енергійна ягідка»:

$$V = (110831,00 + 3566,40) \times 0,1 = 11439,7 \text{ грн}$$

Для цукерок «Молочне сузір'я»

$$V = (90313,60 + 3566,40) \times 0,1 = 9388,0 \text{ грн}$$

Для цукерок «Ноктюрн»

$$V = (70592,36 + 3566,40) \times 0,1 = 7415,9 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на збут

До витрат на збут належать витрати, пов'язані з реалізацією (збутом) продукції. Витрати на збут визначаються в розмірі 9 % від виробничої собівартості:

Для цукерок «Тагантіні»

$$V = (211433,55 + 3566,40) \times 0,09 = 22950,0 \text{ грн}$$

Для цукерок «Енергійна ягідка»:

$$V = (110831,00 + 3566,40) \times 0,09 = 10295,8 \text{ грн}$$

Для цукерок «Молочне сузір'я»

$$V = (90313,60 + 3566,40) \times 0,09 = 8449,2 \text{ грн}$$

Для цукерок «Ноктюрн»

$$V = (70592,36 + 3566,40) \times 0,09 = 6674,3 \text{ грн}$$

Визначення ефективності виробництва

Для визначення ефективності виробництва та реалізації продукції розраховують виробничу собівартість, повні витрати на виробництво продукції, планують величину очікуваного прибутку, виходячи від встановленої ціни. Сума всіх перерахованих вище статей витрат за вирахуванням зворотних відходів становить повні витрати на виробництво певного виду продукції. Планова калькуляція наведена в таблиці 7.

Таблиця К.7 - Калькуляція витрат на виробництво 1т цукерок кристалічної структури

Стаття калькуляції	«Тагантіні»	«Енергійна ягідка»	«Молочне сузір'я»	«Нокпорн»
Сировина та основні матеріали	251433,55	110831,00	90313,60	70592,36
Допоміжні та таропакувальні матеріали	3566,4	3566,4	3566,4	3566,4
Транспортно-заготівельні витрати	12750,00	5719,87	4694,00	3707,94
Паливо та електроенергія техн. потреби	3885,78	3885,78	3885,78	3885,78
Основна заробітна плата робітників	517,2	517,2	517,2	517,2
Додаткова заробітна плата	1051	1051	1051	1051
Відрахування на ЕСФ	345	345	345	345
Підготовка та освоєння виробництва	51,7	51,7	51,7	51,7
Витрати на утримання і експлуатацію обладнання	362,04	362,04	362,04	362,04
Загальновиробничі витрати	362,04	362,04	362,04	362,04
Виробнича собівартість	274324,71	126692,03	105148,76	84441,46
Адміністративні витрати	25500,0	8460	9388,0	7415,9
Витрати на збут	22950,0	10295,8	8449,2	6674,3
Повні витрати	322774,70	145447,80	122985,96	98531,62

Відпускна ціна продукції підприємства включає: виробничу собівартість, визначені адміністративні витрати, витрати на збут, норму прибутку.

$$Ц = BC + Ba + Bз + П \quad (1)$$

де: $Ц$ — ціна; BC — виробнича собівартість продукції; Ba — адміністративні витрати; $Bз$ — витрати на збут; $П$ — сума прибутку;

Суму прибутку визначають за формулою

$$П = \frac{P \times (BC + Ba + Bз)}{100} \quad (2)$$

де Р — рівень рентабельності, що планується підприємством (або встановлюється законодавчо). Приймаємо 10%.

Ставка ПДВ – 20 % від ціни. Відпускна ціна підприємства складає суму ціни і ПДВ. Торговельна націнка складає 15 %.

Таблиця К.8 – Розрахунок відпускної ціни, грн. за 1 т цукерок

Стаття калькуляції	«Тагантіні»	«Енергійна ягідка»	«Молочне сузір'я»	«Нокторн»
Виробнича собівартість	274324,71	126692,03	105148,76	84441,46
Адміністративні витрати	25500,0	8460,0	9388,0	7415,9
Витрати на збут	22950,0	10295,8	8449,2	6674,3
Повні витрати	322774,70	145447,80	122985,96	98531,62
Рентабельність, %	10	10	10	10
Прибуток	32277,4698	14544,7796	12298,596	9853,16224
Відпускна ціна підприємства (ціна без ПДВ)	355052,17	159992,58	135284,56	108384,78
ПДВ ((при ставці податку 20%)	71010,43	31998,52	27056,91	21676,96
Відпускна ціна	426062,60	191991,09	162341,47	130061,74
Відпускна ціна за 1 кг, грн.	426,06	191,99	162,34	130,06
Торговельна націнка, %	15	15	15	15
Роздрібна ціна 1 кг виробу	489,97	220,79	186,69	149,57

Висновок: Під час виконання даної роботи були проведені розрахунки витрат, прибутку, витрати на одну гривню та ціни досліджуваного продукту – цукерок «Тагантіні», «Енергійна ягідка», «Молочне сузір'я» та «Нокторн».

Проаналізувавши вітчизняний ринок помадних цукерок було встановлено, що середня ціна на даний вид продукції становить 120- 160 гривень/кг. Згідно проведених розрахунків, помадні цукерки «Тагантіні» матимуть значно вищу ціну порівняно із промисловими зразками, але дані цукерки мають на 80 % менше показник глікемічності, що дозволить маркувати дані вироби як низькоглікемічні, які рекомендовані до споживання хворим на цукровий діабет, а калорійність даного зразка майже на 50% нижче калорійності контрольного зразка помадних цукерок, що також дозволяє розробленим цукеркам мати статус низькокалорійного продукту харчування.

Цукерки «Енергійна ягідка» мають також дещо вищу вартість, однак розроблені цукерки мають соціальний ефект, оскільки вони в своєму складі

мають легкозасвоюваний цукор глюкозу. Згідно цієї заміни суттєво розширюється аудиторія споживачів, серед яких є діти та люди з підвищеною фізичною та розумовою активністю.

Цукерки «Молочне сузір'я» та «Ноктюрн» мають ціну близьку до промислових зразків, що дає можливість прогнозувати високу конкурентоспроможність даних виробів за рахунок позиціонування даних виробів, як низькоглікемічних, за відповідно невисокими цінами.

Керівник роботи, к.т.н., доц.
кафедри технології хлібопекарських
і кондитерських виробів



Олена КОХАН

Аспірант кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських
виробів



Оксана ДОРОЖИНСЬКА

Додаток Л

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті

1. Кохан, Е.А., Онофрійчук, О.С., & М.А. Польских (2020) Перспективы использования полидекстрозы в технологии помадных конфет. *Мир продуктов*, 1, 22-23.

URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30785/1/Skeapipvtpk.pdf>
(Спеціалізоване інформаційно-аналітичне видання)

2. Онофрійчук, О., Кохан, О., & Хомічак, Л. (2020). Використання глюкози в технології виробництва неглазурованих помадних цукерок. *Продовольчі ресурси*, 8 (14), 145-156. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-15>

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Sciencegate)

3. Онофрійчук, О.С. Кохан, О.О., Камбулова, Ю.В., & Грицайова А.О. (2020) Використання полідекстрозы в технології помадних цукерок. *Modern engineering and innovative technologies*, 14(1), 97-104 [DOI: 10.30890/2567-5273.2020-14-01-044](https://doi.org/10.30890/2567-5273.2020-14-01-044)

(Журнал «Modern engineering and innovative technologies» є іноземним виданням (Німеччина); міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

4. Dorozhynska, O., Kokhan, O., & Kambulova Yu. (2021) Sorption characteristics of fondant candies based on tagatose. *Ukrainian Food Journal*, 10(4), 786-796 [DOI: 10.24263/2304-974X-2021-10-4-12](https://doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-4-12)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus, Emerging Sources Citation Index (складова Web of Science) та ін.)

5. Онофрійчук, О. С., Кохан, О. О., Камбулова, Ю. В., & Марцинкевич Л. В. (2021) Дослідження поведінки неглазурованих помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу під час їх зберігання. *Харчова промисловість*. 28, 22–33 [DOI: 10.24263/2225-2916-2021-29-5](https://doi.org/10.24263/2225-2916-2021-29-5)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

6. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2021) Зміна якості неглазурованих цукерок кристалічної структури на основі комбінації цукрів лактози та фруктози протягом їх зберігання. *Харчова промисловість*, 30,18-28 [DOI: 10.24263/2225-2916-2021-30-4](https://doi.org/10.24263/2225-2916-2021-30-4)

(Науковий журнал, входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Google Scholar, Index Copernicus)

Тези доповідей та матеріали конференцій:

1. Єрмакова, С.С., Моренець, А.О., Онофрійчук, О.С. & Кохан, О.О. (2018) Перспектива застосування інноваційного цукру - тагатози при виробництві помадних цукерок. *«Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»: Міжнародна науково-практична конференція*. 13 вересня 2018 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.111-113.

2. Онофрійчук, О.С., Єрмакова, С.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Низькокалорійні помадні цукерки. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді: XI Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених та студентів з міжнародною участю*, 4–6 жовтня 2018 р., м. Одеса, Україна: Одеська національна академія харчових технологій, С.71-72.

3. Онофрійчук, О.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Перспективи використання цукрів при виготовленні помадних цукерок та їх вплив на зміну кристалічності виробів під час зберігання. *Сучасний рух науки: тези доп. IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 6-7 грудня 2018 р., м. Дніпро, Україна. С. 987-990.

4. Онофрійчук, О.С., Моренець, А.О., & Кохан, О.О. (2018) Застосування глюкози при виготовленні помадних цукерок. *Майбутній науковець – 2018: Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю*, 14

грудня 2018 р., м. Сєвєродонецьк, Україна: Східноукраїнський національний ун-т ім. В. Даля. С.153-154.

5. Моренець, А.О., Польських, М.А., Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О. (2019) Удосконалення технології неглазурованих помадних цукерок на основі глюкози. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*. Київ, Україна: НУХТ, С.129-130.

6. Onofriichuk, O., Kokhan,E., & Okopna Y. (2019) Prospects for the use of various sugars to produce fondant with reduced glycemicity. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій*. 11–12 квітня 2019 р., Київ, Україна: НУХТ, С. 584.

7. Онофрійчук, О.С., Польських, М.А., Опалінська, Л.О. & Кохан, О.О. (2019) Можливості зниження калорійності помадних цукерок за рахунок використання полідекстрози. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: Тези матеріалів VIII Міжнародної науково-технічної конференції*, 5-6 листопада 2019 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.123.

8. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О. (2019) Розроблення цукерок кристалічної структури на основі тагатози. *Інноваційний розвиток харчової індустрії: матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції*, 21 листопада 2019 р., м. Київ, Україна: БАРМИ, С. 63-64.

9. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2020) Удосконалення технології цукерок на основі глюкози з метою подовження терміну їх зберігання. *Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 2-3 квітня 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.124.

10. Польських, М.А., Опалінська, Л.О., & Онофрійчук, О.С.(2020) Застосування полідекстрози в технології неглазурованих помадних цукерок.

Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 2-3 квітня 2020 р. – Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.132.

11. Онофрійчук, О.С., Старолетова, Т.А. & Кохан, О.О.(2020) Застосування полідекстрази у технології неглазурованих помадних цукерок. *Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі», 19 - 20 травня 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, С.192-193.*

12. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О.(2020) Розширення асортименту помадних цукерок за рахунок використання в їх складі різних цукрів. *Технології харчових продуктів і комбікормів: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 22-25 вересня 2020 р., Одеса, Україна: ОНАХТ, С.38-39.*

13. Онофрійчук, О.С., & Кохан, О.О.(2020) Якість помадних цукерок виготовлених на основі редукувальних цукрів. *Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення : Матеріали міжнародної конференції, 25 вересня 2020 р., Львів, Україна: «Растр-7», С.86-88.*

14. Онофрійчук, О.С., Грицайова, А.О., & Кохан, О.О. (2020) Полідекстроза – перспективний інгредієнт в технології цукерок. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 23 жовтня 2020 р., Прага, Чехія: Oktan Print s.r.o., С. 134-135.*

15. Дорожинська, О.С. & Кохан, О.О. (2021) Дослідження температури кипіння розчинів різних цукрів. *Матеріали Х Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції», 9-10 листопада 2021 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.92-93*

16. Онофрійчук, О.С., Грицайова, А.О., & Кохан, О.О. (2020) Шляхи зниження калорійності та глікемічності помадних цукерок. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у*

хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі», 24 листопада 2020 р., Київ, Україна: НУХТ, С.126-128.

17. Онофрійчук, О.С., Польских, М.А., & Кохан, Е.А. (2020) Разработка низкокалорийных помадных конфет с использованием. *Сборник трудов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания»*, 20 - 21 февраля 2020 г., Кутаиси, Грузия: Издательство государственного университета Акакия Церетели, С. 322-325.

18. Дорожинская, О.С., & Кохан, Е.А. (2021) Исследование влияния различных сахаров на параметры уваривания сиропов для помадных конфет на их основе. *Материалы Международной научно-практической конференции по случаю 80-летия профессора/академика ГААС Гурама Ткемоладзе*, 20-21 ноября.2021 г., г. Тбилиси, Грузия: Технический университет, С.76-78.

19. Онофрійчук, О.С., Куркчі, А.В. & Кохан, О.О. (2021) Показник активності води для прогнозування поведінки помадних цукерок на основі різного вуглеводного складу під час їх зберігання. *Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті"*, 15–16 квітня 2021 р., Київ, Україна : НУХТ, Ч.1, С.129.

20. Дорожинська О.С., & Кохан, О.О.(2021) Прогнозування поведінки неглазурованих помадних цукерок зі зниженою калорійністю та глікемічністю під час їх зберігання. *Матеріали Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі»*, 15 вересня 2021 р. м. Київ, Україна: НУХТ, С. 95-97.

21. Грицайова, А., Остапенко, Є., & Дорожинська, О. (2021) Застосування харчової добавки полідекстрази (Е-1200) під час розробки помадних цукерок зниженої калорійності та глікемічності. *Матеріали I міжнародної науково-практичної конференції: «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні»*, 30 листопада, 2021р., м. Київ, Україна: НУХТ, С.67-69

22. Дорожинська, О.С., Бусько, А.О., & Кохан, О.О. (2022) Аналіз ізотерм сорбції зразків помадних цукерок з різним вуглеводним складом. *Матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, квітень-травень, 2022 р., м. Київ, Україна: НУХТ Ч.1. – С.89.

23. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2022) Дослідження ефективної в'язкості цукеркової помадної маси зі зниженим цукровмістом. *Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» та «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві»*. м. Київ, Україна: НУХТ, С. 51-53.

24. Дорожинська, О.С., & Кохан, О.О. (2022) Аналіз ізотерм сорбції помадних цукерок зі зниженим цукровмістом для прогнозування поведінки під час зберігання. *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції»*, 8 листопада 2022 р., м. Київ, Україна: НУХТ, С. 73-75.

25. Дорожинська, О.С., Чернишева, А.В., & Кохан, О.О. (2023) Дослідження в'язкості водних розчинів сахарози, тагатози і фруктози. *Materials of the 7th International scientific and practical conference «Science and innovation of modern world»*, March 23-25, 2023. London, United Kingdom: Cognum Publishing House, 192-196 p.

26. Дорожинська, О.С., Чернишева, А.В., & Кохан, О.О. (2023) Дослідження ефективної в'язкості цукеркових помадних мас зі зміненим вуглеводним складом. *Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 3–7 квітня 2023 р., Київ, Україна: НУХТ, Ч.1, С.140.

Розділ колективної монографії

1. Дорожинська, О. С., Кохан, О. О., & Чернишева, А. В.(2023). Розділ: Удосконалення технології помадних цукерок, виготовлених на основі

комбінації цукрів лактози та фруктози: колективна монографія «*Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business*» : *Scientific monograph*/ за заг. ред. Dr.sc.ing., Professor, Academician, President of ISMA University of Applied Sciences R. Djakons. Riga, Latvia: «Baltija Publishing». 2023. С. 68-85