

УДК 664.14

RESEARCH ON THE IMPACT OF REUSING REVERSE WASTE ON THE QUALITY OF CANDIES MADE ON THE BASIS OF FRUIT FONDANT MASS IN STARCH FORMS

O. Dudzinskyi, O. Kokhan, Yu. Kambulova

National University of Food Technologies

Key words:

fondant mass,
candies,
reverse waste

Article history:

Received 04.11.2024
Received in revised form
18.11.2024
Accepted 05.12.2024

Corresponding author:

Kambulova.julya@ukr.net

ABSTRACT

A set of studies on the impact of reverse waste from fondant production on the formation of the quality of candies made on the basis of fruit fondant mass is presented in the article. Reverse waste includes those that arise at different stages of the production process, namely irregularly shaped bodies, defects during forming, candy bodies that do not meet the requirements for taste, color and smell, as well as defective glazed candies damaged during glazing or wrapping. Reverse waste from fondant production is used to a limited extent in the formulations of the fondant masses, since even the slightest changes in composition can significantly affect the quality of fondant formation. Defective products and semi-finished products of fondant production are introduced into the formulations of praline, toffee and other masses. However, these technological lines also generate reverse waste that requires processing, and therefore for large enterprises, the processing of reverse waste is a rather serious problem.

It was found that the reverse waste — glazed candies cannot be used in fruit fondant mass formulations. They give a gray-brown shade to the finished product, which does not meet the requirements of regulatory documentation for color. Only the return waste — candy shells that were formed before the stage of applying the confectionery glaze are recommended for use. The two ways of adding reverse waste were established. According to the first method, it was possible to introduce part of the return waste in the form of a semi-finished product — fudge shell syrup at the stage of obtaining sugar-molasses syrup and part - at the stage of tempering the fondant mass. The total amount of returned waste was 6.5%. According to the second method, it was possible to introduce the entire part of the return waste at the stage of tempering the candy mass. High quality fruit fondant mass was obtained using waste in an amount of 7.3%.

DOI: 10.24263/2225-2916-2024-36-6

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗВОРОТНИХ ВІДХОДІВ НА ЯКІСТЬ ЦУКЕРОК, ВИГОТОВЛЕНИХ НА ОСНОВІ ФРУКТОВОГО ПОМАДНОГО КОРПУСУ В КРОХМАЛЬНИХ ФОРМАХ

О. В. Дудзінський, аспірант

О. О. Кохан, канд. техн. наук, ORCID ID: 0000-0003-4582-0814

Ю. В. Камбулова, д-р техн. наук ORCID ID: 0000-0001-7897-8533

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень впливу зворотних відходів (або санітарно допустимого браку) на формування якості цукерок з фруктовим помадним корпусом. До використання рекомендовано лише зворотні відходи «Корпуси цукерок», що утворюються до технологічної стадії нанесення кондитерської глазури. Внесення можливе двома способами. За першим способом — частину вносять у вигляді напівфабрикату «Сироп з помадних корпусів» на стадії отримання цукрово-патокового сиропу і частину — на стадії темперування помадної маси загальною кількістю 6,5%. За другим способом всю кількість (7,3%) вносять на стадії темперування цукрової маси.

Ключові слова: помадна маса, цукерки, зворотні відходи.

Вступ. При виробництві помадних цукерок на різних етапах технологічного процесу утворюється значна кількість зворотних відходів або санітарно допустимого браку, який може бути повторно використаний у технологічних процесах. Це корпуси неправильної форми, дефекти при відливанні, корпуси цукерок, які не відповідають вимогам щодо смаку, кольору та запаху, а також дефектні глазуровані цукерки, пошкоджені під час глазурювання чи загортання. Зворотні відходи помадного виробництва обмежено використовуються безпосередньо в рецептурах самих помадних мас, оскільки навіть найменші зміни в складі можуть суттєво вплинути на якість помадоутворення. Браковані вироби і напівфабрикати помадного виробництва вводяться в рецептури мас праліне, тофі тощо. Проте на цих технологічних лініях також утворюються зворотні відходи, які потребують перероблення і тому для великих підприємств перероблення зворотних відходів є досить серйозною проблемою. З огляду на вищесказане проблема підвищення відсотка використання санітарно допустимого браку помадного виробництва в технології виготовлення помадних цукерок з метою зниження собівартості і збереження якості готової продукції є важливим науковим і практичним завданням.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Кондитерські маси кристалічної структури — це напівфабрикати, в яких цукор знаходиться у вигляді дрібних кристалів, рівномірно розподілених в об'ємі насиченого цукрового розчину. До таких мас належать різноманітні цукрові, фруктові та молочні помадні цукерки, а також кристалічні ірисні маси [1].

Цукерки з помадними корпусами є одними з найбільш поширених. Помадна маса, яку використовують для формування корпусів цукерок, є гетерогенною системою, що складається з трьох фаз: твердої, рідкої та газоподібної. Тверду фазу помадної маси (55—60%) утворюють мікрочастинки сахарози розміром 10...20 мкм, рідку фазу (40—45%) — насичений цукрово-патоковий розчин сахарози, а газоподібну — бульбашки повітря у кількості 2—4%. Тверда фаза помадних мас, які відливають у

крохмальні форми, утворюється завдяки регульованому процесу кристалізації сахарози [2—3].

Кристалізація сахарози в помадному виробництві відбувається при поєднанні охолодження та інтенсивного перемішування перенасиченого цукрово-патокового сиропу з вмістом сухих речовин (СР) 80...81%. Процес відбувається у два етапи: утворення центрів кристалізації сахарози та ріст кристалів цукру. На обидва етапи впливатиме низка факторів, які і підлягають суворому контролю в технологічному процесі.

Для отримання фруктової помадної маси на помадоутворення подається складний багатокомпонентний сироп сахарози, крохмальної патоки і фруктового пюре, який уварювався при температурі 104—105 °С. Унаслідок гідролітичних процесів під час уварювання накопичились і інші низькомолекулярні сполуки — цукри (глюкоза і фруктоза), пектинові речовини, які впливатимуть на якість кристалоутворення сахарози. Процес помадоутворення відбувається в безперервному потоці на помадозбивальній машині ШАС-800 з числом обертів 320 у хв при вхідній температурі сиропу 109...121 °С. Завдяки охолодженню водою з температурою 15—17 °С у трьох секціях машини готова фруктова помадна маса на виході має температуру 70...80 °С, масова частка СР в ній складає 88...91%, розмір кристалів — 10...12 мкм.

Проведений аналіз літературних джерел показав, що українські та зарубіжні вчені вирішували питання підвищення якості помадних цукерок і збільшення строків їх зберігання [2—8]. Вивченню проблеми підвищення реалізації санітарно доброякісних відходів при виробництві помадних цукерок приділено недостатньо уваги. Проте з'ясовано вплив багатьох факторів на кристалоутворення сахарози, а аналіз отриманої інформації може допомогти передбачити або пояснити вплив компонентів на процес кристалоутворення.

Так, з'ясовано, що всі розчинені речовини адсорбуються на гранях кристалів сахарози. При цьому вони не лише сповільнюють швидкість кристалізації, але й змінюють форму кристалів. Може відбуватись включення нецукрів і міжкристалевої рідини в кристалічну решітку. У крупних кристалів вміст внутрішньої води може сягати 0,5%, тоді як у звичайних кристалів — не більше 0,03%. Автори [9] запропонували присутні в розчині домішки розділити на дві категорії: ті, які здійснюють вплив на перенесення маси сахарози з об'єму розчину до місця включення на кристалі сахарози, і ті, які впливають шляхом поверхневої адсорбції, перешкоджаючи включенню сахарози в кристалічну решітку. Домінуючим фактором у впливі домішок на відносну швидкість росту граней кристалу сахарози та супутньому впливі на форму кристалу сахарози є стереоспецифічна адсорбція цих домішок у місцях перегинів на поверхні кристалу, що росте.

Також відомо, що додавання крохмальної патоки (глюкозних сиропів) уповільнює початок кристалізації сахарози, що пояснюється підвищенням в'язкості розчину. Наприклад, додавання понад 30% крохмальної патоки (глюкозного сиропу) сповільнює кристалізацію сахарози у понад 30 разів. У рецептурах помадних цукерок кількість патоки закладається з урахуванням способу їх формування і коливається в межах 5...25% до маси цукру, а тому процес кристалоутворення сахарози в різних рецептурах помадної маси відбувається з різною швидкістю. При цьому, на думку авторів [9], на швидкість більшою мірою чинять вплив декстрини крохмальної патоки (глюкозного сиропу), які здатні суттєво збільшувати в'язкість.

Співвідношення цукру та декстринів крохмальної патоки (глюкозного сиропу) впливає і на дисперсність помадної маси. Як було зазначено вище, при застосуванні

більшого вмісту патоки уповільнюється кристалоутворення, а тому при інтенсивному перемішуванні утворюються більш дрібні кристали. Такий вплив може бути пояснений підвищенням в'язкості сиропу і підвищенням ступеня пересичення помадного сиропу, тому дуже великий вміст крохмальної патоки (глюкозного сиропу) може привести до того, що помада взагалі не буде утворюватись. І, навпаки, при зменшенні частки крохмальної патоки (глюкозного сиропу) за 5% утворюються великі кристали сахарози й виходить помада низької якості [6, 10].

Важливе значення має хімічний склад і співвідношення декстрини — редукуючі цукри (РЦ) крохмальної патоки. Окрім підвищення в'язкості, всі складові патоки закономірно знижують розчинність сахарози внаслідок зменшення її гідратації. Глюкоза, мальтоза, фруктоза в розчині зменшують кількість високогідратованої сахарози при підвищеній концентрації сухих речовин [11—13]. Але при підвищеній кількості фруктози у складі редукуючих речовин сиропу, яка утворюється внаслідок інверсії сахарози при уварюванні сиропів, збільшується вміст рідкої фази, що сприяє підвищенню розчинності сахарози. З одного боку, це можна розцінювати як позитивний фактор, оскільки в подальшому зменшується черствіння помади, з іншого — підвищується гігроскопічність помади, що може призводити до деформації корпусів цукерок, тому нормативною документацією не допускається вміст редукуючих речовин (РР) у помадних цукерках вищий за 14% [1].

Фізику процесу кристалізації сахарози в неврівноважених умовах помадного виробництва вивчали у [14], де проаналізовано процес кристалізації сахарози із сильно перенасичених розчинів сахарози при перемішуванні з різними концентраціями і різними температурами. Автори стверджують, що дія концентрацій і температур обернено пропорційна підвищенню вмісту кристалів. Так, зменшення концентрації розчину призведе до швидшої кристалізації. Мікроскопічні зображення показують велику кількість кристалічних конгломератів, що утворюються під час кристалізації і кількість яких значно зменшується після подальшого перемішування, що вказує на їх руйнування внаслідок прикладеного зсуву сили тертя. Зміна тривалості цього процесу залежить від температури та складу середовища.

У [10, 15] висвітлено вплив часу перемішування, якості охолодження та вмісту редукуючих цукрів на кристалізацію та розподіл кристалів за розмірами. Аналіз показав інтенсивне, але рівномірне нарощування кристалів в процесі саме швидкого охолодження. Також доведено, що за різного вмісту сухих речовин помадної маси (82,15% і 69,26%) та різної масової частки редукуючих речовин (5,9% і 11,6%) за однакових умов швидкого охолодження нарощуються відносно дрібні кристали.

Час перемішування є важливим параметром, який визначає ступінь кристалізації, випаровування вологи та затвердіння. Було досліджено, що при перемішуванні гарячого сиропу з одночасним швидким охолодженням протягом 3—4 хв він досягає напівтвердості. При цьому процес його остаточного затвердіння можна отримати і при подальшому природному охолодженні без перемішування (типові умови навколишнього повітря, $W \approx 60\%$, температура $\approx 30\text{ }^{\circ}\text{C}$). У той час як сироп, який перемішується менше ніж 3—4 хв, не застигає і залишається у в'язкій рідкій фазі навіть після охолодження.

Мета досліджень: вивчення впливу зворотних відходів помадного виробництва на формування якості цукерок з фруктовою помадною масою.

Відповідно до мети було сформульовано такі завдання:

- довести актуальність перероблення доброякісних відходів у технології цукерок на основі помадних мас: проаналізувати основи кристалоутворення сахарози та вплив

на цей процес різних технологічних факторів, визначити практичні підходи до формування якості помадної маси для цукерок, означити шляхи утворення зворотних відходів при виробництві помадних цукерок;

- провести експериментальні дослідження якості фруктової помадної маси для цукерок «Сеньйорита полуниця» з введенням зворотних відходів;
- надати практичні рекомендації щодо максимально можливої кількості внесення зворотних відходів;
- визначити якість корпусів цукерок з фруктовою помадною масою за органолептичними і фізико-хімічними показниками.

Матеріали і методи. Для приготування фруктової помадної маси використано цукор білий, патоку крохмальну, фруктове пюре, жир рослинний, кислоту лимонну, барвник. Сировину, напівфабрикати і готову продукцію досліджували органолептично [16], масову частку вологи у сировині, напівфабрикатах та готовій продукції визначали прискореним методом за допомогою сушильної шафи СЕШ-1 та рефрактометричним методом [16].

Визначення можливості застосування зворотних відходів у складі фруктової помадної маси визначали при виробництві цукерок «Сеньйорита полуниця» на Костянтинівській кондитерській фабриці на лінії DRDH відливкою у крохмальні форми.

При проведенні експерименту використовували доброякісні зворотні відходи виробництва цукерок «Сеньйорита полуниця». Переробка зворотних відходів здійснювалась протягом зміни. Зібрані відходи збирались у спеціальні контейнери з маркуванням «Технологічний брак» і зберігались у спеціально відведеному місці.

Органолептичні показники якості досліджуваних помадних цукерок визначали згідно з ДСТУ 4683:2006 [16, 17], залучаючи для оцінки експертів. Визначення масової частки вологи та сухих речовин здійснювали згідно з ДСТУ 4910:2008 [16, 18], визначення масової частки редуруючих речовин у напівфабрикатах і готовій продукції здійснювали фериціанідним методом за ДСТУ 5059:2008 [19], який ґрунтується на окисленні редуруючих цукрів лужним розчином заліzosинеродистого калію з подальшим вимірюванням інтенсивності забарвлення окислювача фотоелектроколориметром.

Результати досліджень. Як було зазначено вище, доброякісний брак може бути у вигляді глазурованих корпусів, власне глазурованих цукерок і неглазурованих корпусів, власне корпусів або дефективних корпусів цукерок. Обидва види потребують подальшої переробки. Проте наявність глазури на цукерках буде додатково впливати на формування якості нової фруктової помадної маси, тому дослідження щодо використання обох груп вирішено проводити окремо.

Для досліджень було взято дві групи зворотних відходів:

- цукерки помадні «Сеньйорита полуниця», глазуровані кондитерською глазур'ю — ЗВ «Цукерки глазуровані»;
- корпуси помадних цукерок «Сеньйорита полуниця» до глазурування — ЗВ «Корпуси цукерок».

Відпрацювання зворотних відходів здійснювалось двома способами. За першим способом ЗВ вводили у розчиненому стані на етапі приготування цукрового сиропу. Для розчинення у зворотні відходи додавали незначну частину води, нагрівали і уварювали до вмісту СР 70...75%. За другим способом зворотні відходи вводили на етапі темперування цукеркової помадної маси, без попередньої підготовки.

Показники якості зворотних відходів і напівфабрикатів, використаних для досліджень, наведені у табл. 1.

Всі напівфабрикати, використані в дослідженнях, за фізико-хімічними показниками відповідають вимогам технологічних інструкцій на приготування цукерок з помадними корпусами.

Таблиця 1. Показники якості зворотних відходів, використаних для досліджень

Об'єкт контролю	Контрольований показник	Значення показника
ЗВ «Цукерки глазуровані»	Масова частка РР, %	11,4
ЗВ «Корпуси цукерок»	Масова частка РР, %	11,6
Н/ф «Сироп з корпусів»	Масова частка СР, %	74,8
	Масова частка РР, %	10,9

Зворотні відходи додавали двома частинами. Одну частину зворотних відходів додавали у вигляді сиропу на етапі приготування цукрово-патокового сиропу, другу частину — на етапі темперування цукеркової маси. Сформувавши два паралельних дослідних зразки. В одному зразку використали поєднання рівних частин ЗВ «Корпуси цукерок» і ЗВ «Цукерки глазуровані», а в другому зразку — застосували лише ЗВ «Корпуси цукерок». Норматив використання ЗВ при виробничій необхідності не більше 9,4% (6,4±3).

Дослідний напівфабрикат «Сироп з корпусів» додавали на стадії виготовлення цукрово-патокового сиропу при температурі 105 °С в кількості 24 кг напівфабрикату «Сироп з корпусів» (10 кг ЗВ «Корпуси цукерок» і 10 ЗВ «Цукерки глазуровані») і 48 кг (40 кг ЗВ «Корпуси цукерок») і уварювали протягом 60 хв до вмісту СР 80,5% (для першого зразка) і 81% (для другого зразка).

Другу частину вводили на стадії темперування цукеркової маси при температурі 83,5...85 °С з подальшим формуванням корпусів цукерок. При цьому в перший дослідний зразок ввели 7 кг ЗВ «Корпуси цукерок» і 7 кг ЗВ «Цукерки глазуровані», у другий зразок вводили 8 кг ЗВ «Корпуси цукерок». Режимми проведення основних технологічних операцій та показники якості напівфабрикатів з різних технологічних стадій виробництва наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Технологічні режими і якість напівфабрикатів виробництва помадних цукерок «Сеньйора полуниця» з введенням зворотних відходів

Етапи	Об'єкт контролю	Контрольований показник	Граничне значення показника	Фактичні значення	
				Зразок №1, 6,5% на 1т ГП	Зразок №2, 7,0% на 1т ГП
Виготовлення цукеркового сиропу	Цукрово-патоково-фруктовий сироп	t сиропу, °С	104—106	105	105
		Час приготування сиропу, хв.	60	60	60
		Масова частка СР, %	78—82 (опт. 81)	80,5	81,0
		Масова частка РР, %	7,0—8,5 (опт. 8)	8,4	8,5
		н/ф Сироп з глазурованих і неглазурованих корпусів, кг		24,0 (20 кг ЗВ)	48,0 (40 кг ЗВ)
		Кінцева t уварювання, °С	109-126	120	114
		Показник кулісного механізму	6-9	8	9

Продовження таблиці 2

Приготування помадної маси	Помадна маса	t помадної маси, °C	не більш 80	78,0	78,0
		Масова частка вологи, %	9—12 (опт.10,5)	10,6	10,5
Приготування цукеркової маси (темперування)	Цукеркова маса	t цукеркової маси, °C	не більше 85	83,5	85,0
		Масова частка РР, %	не більше 16 (опт.11)	11,4	<u>13,2</u>
		ЗВ «Цукерки глазуrowані»/ ЗВ «Корпуси неглазуrowані», кг		7/7	0/8
Формування та вистоювання корпусів	Цукеркова маса	t цукеркової маси, °C	не більше 85	83,1	84,2
		Масова частка вологи, %	10,0—12,5 (опт. 11)	10,8	11,5
		Масова частка РР, %	не більше 16 (опт.11)	11,8	<u>14,8</u>
Контроль якості готової продукції	Цукерка помадна	Смак, колір, запах, зовнішній вигляд		Виражений смак, структура однорідна, колір цукеркової маси не відповідає контрольному зразку — замість рожевого брудно рожевий, що є неприпустимим	Процес накопичення РР постійно зростає, після шафи вистоювання спостерігали м'який корпус цукерок
		Масова частка РР, %	Не більш 16	11,9	<u>15,9</u>

Як свідчать результати, представлені в табл. 2, введення зворотних відходів впливає на кінцеву температуру уварювання сиропів, яка забезпечує оптимальний вміст СР. Так, уварювання першого зразка з вмістом 20 кг ЗВ (10 кг «Корпуси цукерок» і 10 кг ЗВ «Цукерки глазуrowані») відбулось до температури 120 °C до вмісту СР 80,5%. А додавання 40 кг зворотних відходів «Цукерки глазуrowані» у другому зразку дало змогу отримати необхідний вміст СР 81% вже при температурі 114 °C. Це означає, що додавання вдвічі більшого вмісту зворотних відходів закономірно суттєво збільшує вміст СР в сиропі і скорочує процес уварювання.

Важливим є показник вмісту в сиропі РР, який повинний знаходитись у межах 7,0—8,5%. Результати показали, що при додаванні н/ф «Сироп з корпусів» вміст РР цукрово-патокового сиропу підвищується. За оптимальних значень показника 8% вміст РР для першого дослідного зразка досяг значення 8,4%, для другого — 8,5%. Це закономірно пов'язано із заміною цукру білого на зворотні відходи, які містять у своєму складі РЦ: глюкозу, фруктозу, мальтозу — цукри, що утворились при основному виробництві дослідних напівфабрикатів. І, незважаючи на те, що значення показника відповідають межам рекомендованих технологічною інструкцією, вони знаходяться на найвищих позиціях і перевищують оптимальне значення.

Також для другого дослідного зразка з більшим вмістом зворотних відходів збільшується показник кулісного механізму (шарнірного механізму, що перетворює обертовий у зворотно-поступальний). Цей показник характеризує навантаження на насоси при перекачуванні мас і його підвищення непрямым чином свідчить про дещо більшу в'язкість маси.

Подальше уварювання сиропу до вмісту СР 88,4...88,5% призводить до отримання помадного сиропу, який подається на збивання у помадозбивальну машину. За безперервного охолодження і збивання помадна маса набуває кристалічності, білого кольору, має пластичну структуру. Органолептично кристали цукру не відчуваються, тому що вони мають необхідний розмір.

Отримана помадна маса направлялась на темперування, при якому нагрівалася до температури близько 83...84 °С, при цьому до неї додають різноманітні смакові добавки. Як було зазначено вище, на етапі темперування до обох зразків було додано другу частину зворотних відходів. Вони рівномірно перемішувались і за температури маси розчинялись. Із табличних даних видно, що масова частка вологи цукеркової маси при додаванні зворотних відходів і смакових добавок збільшилась до 10,8% в першому дослідному зразку і до 11,5% — у другому дослідному зразку, проте значення находились на рівні оптимальних.

Поряд з цим спостерігалось нарощування вмісту РР, що також пояснюється внесенням додаткових РЦ (глюкози, фруктози, мальтози) із зворотними відходами. За нормативною документацією визначається максимальний вміст РР на рівні 16%, для зразка з введенням меншої частини зворотних відходів він складає 11,4%, для зразка із збільшеним вмістом зворотних відходів — він складає 13,2%. Це значення є неприйнятним, оскільки в подальшому цукеркова маса витримується при температурі 83...84 °С до відливання у крохмальні форми, процес гідролізу сахарози не припиняється і вміст РР нарощується. Готові вироби за цим показником можуть не відповідати вимогам державного стандарту. Дійсно, ми бачимо, що на етапі відливання цукеркова маса з другого зразка має ще більший вміст РР — 14,8%, що набагато перевищує рекомендовані значення.

Готова продукція контролювалась органолептично. За держаним стандартом цукерки з помадними корпусами повинні мати продовгугату прямокутну форму, бути глазурованими кондитерською глазур'ю, без добавок. Масова частка редукуючих речовин не повинна перевищувати 16%. Із табл. 2 видно, що обидва зразки цукерок мають невідповідності за органолептичними показниками. Зразок перший, до складу якого були введено 3В (10 кг «Корпусів цукерок» і 10 кг 3В «Цукерки глазуровані» на етапі у вигляді сиропу та 7 кг «Корпусів цукерок» і 7 кг 3В «Цукерки глазуровані» на етапі темперування) мають виражений смак, однорідну структуру, але колір не відповідає контрольному зразку — замість рожевого отримали брудно-рожевий, що є неприпустимим. Вочевидь, це пов'язано із впливом кольору кондитерської глазури, яка вносились у складі цукерок глазурованих. Тобто внесення 3В «Цукерки помадні» із глазуруванням повинно здійснюватись лише в темні сорти цукерок і є недопустимим для фруктових помадних мас.

Для другого зразка, до складу якого внесено 3В «Корпуси цукерок» в кількості 48 кг (40 кг 3В «Корпуси цукерок») у вигляді сиропу і 8 кг 3В «Корпуси цукерок», на стадії темперування було відмічено постійне нарощування РР. У готовій продукції також відмічено граничне значення вмісту РР, дозволене нормативною документацією, — 15,9%. Також відмічено дуже м'який корпус цукерок, що пов'язано, на нашу думку, із перерозподілом частки твердої та рідкої фаз помадної маси. Напевно,

додавання зворотних відходів і нарощування РР збільшує кількість водорозчинних цукрів у системі, чим обумовлює зменшення частки кристалічної фази і збільшення кількості насиченого розчину.

Отже, у результаті проведеного дослідження було доведено можливість додавання зворотних відходів помадного виробництва у фруктову помадну масу для цукерок «Сеньйорита полуниця» лише у вигляді корпусів цукерок неглазурованих. Також при збереженні способу введення, зокрема на стадії приготування цукрово-патокового сиропу у вигляді напівфабрикату «Сироп з корпусів» та на стадії темперування у звичайному вигляді, максимально допустима норма введення зворотних відходів складає 6,5%. За технологічними інструкціями норматив використання ЗВ при виробничій необхідності складає не більше 9,4% (6,4±3%). Це означає, що досягнути таким способом кращих результатів неможливо і подальше збільшення кількості зворотних відходів, що можуть бути внесені до фруктової помадної маси, потребуватиме інших підходів.

З метою удосконалення було застосовано інший спосіб отримання цукеркової маси для фруктових помадних цукерок, в якому зворотні відходи додавались у неглазурованому вигляді, тобто ЗВ «Корпуси цукерок» лише на стадії темперування. Показники якості ЗВ і напівфабрикатів, які були використані для досліджень, наведено у табл. 3.

Таблиця 3. Показники якості зворотних відходів, використаних для досліджень

Об'єкт контролю	Контрольований показник	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
		4,8%	7,3%	9,4%
ЗВ «Корпуси цукерок»	Масова частка РР, %	11,7	11,9	11,8

Із табл. 3 видно, що дослідження буде проведено у трьох варіантах. Згідно з першим варіантом у зразок буде додано зворотних відходів в кількості 4,8%, згідно з другим — до зразка буде введено 7,3% зворотних відходів. Для третього зразка — 9,4%. Масова частка редукуючих речовин в усіх корпусах приблизно однакова і складає 11,7...11,9%. Режими проведення основних технологічних операцій та показники якості напівфабрикатів з різних технологічних стадій виробництва наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Технологічні режими і якість напівфабрикатів виробництва помадних цукерок «Синьйора полуниця» з введенням зворотних відходів

Етапи	Об'єкт контролю	Контрольований показник	Граничне значення показника	Фактичні значення		
				для зразка		
				4,8%	7,3%	9,4%
Приготування цукеркового сиропу	Цукрово-патоково-фруктовий сироп	t сиропу, °C	104—106	106	105	106
		Час приготування сиропу, хв	35—45	60	60	60
		Масова частка СР, %	78—82 (опт. 80)	80,0	80,0	80,0
		Масова частка РР, %	7,0—8,5 (опт. 8,0)	8,2	8,2	8,4
		Кінцева t уварювання, °C	109—126	120	120	120
Приготування помадної маси	Помадна маса	t помадної маси, °C	не більше 80	79,8	79,9	80,0
		Масова частка вологи, %	9—12 (опт. 10,5)	10,4	10,6	10,6

Продовження таблиці 4

Приготування цукеркової маси (темперування)	Цукеркова маса	t цукеркової маси, °C	не більше 85	84,0	84,0	85,0
		Масова частка РР, %	не більше 16	11,2	11,5	11,4
		ЗВ «Корпуси цукерок» неглазуровані, кг		0/16	0/25	0/32
Формування та вистоювання корпусів глазурування корпусів	Цукеркова маса	t цукеркової маси, °C	не більше 85	84,1	83,8	84,7
		Масова частка вологи, %	10,0—12,5 (опт.11)	11,0	10,8	10,9
		Масова частка РР, %	не більше 16 (опт. 11)	11,5	11,7	11,7
		Масова частка РР, %	не більше 16	11,6	11,8	11,7

Із табличних значень параметрів можна відмітити декілька важливих технологічних аспектів, які відрізняються від попередньо проведених досліджень. Насамперед ми бачимо, що відсутність зворотних відходів у складі цукрово-патокового сиропу забезпечує відповідність усіх показників вимогам технологічної інструкції, більшою мірою — в оптимальних значеннях. Це стосується масової частки сухих речовин сиропу, кінцевої температури його уварювання, показника кулісного механізму. Дійсно, всі зразки цукрово-патокового сиропу були уварені до температури 120 °C і вмісту сухих речовин 80%.

На другому технологічному етапі приготування помадної маси її температура складала 79,8...80,0 °C, масова частка вологи дорівнювала майже оптимальним значенням — 10,4...10,6%.

Після отримання помадну масу перекачували на темперування, де її підігрівали до температури 84...85 °C і вводили смакові та ароматичні добавки. На цьому ж етапі вводили зворотні відходи в кількості 16, 25 і 32 кг і масу ретельно перемішували. Результати досліджень показують, що цукеркова маса всіх трьох зразків за всіма фізико-хімічними показниками відповідає вимогам технологічних інструкцій. Так, температура цукеркової маси не перевищує 85 °C, масова частка вологи має 11,0, 10,8, 10,9% (за оптимальної 11,0%), масова частка редуруючих речовин також наближається до оптимального значення в 11,0%. Це доводить правильність обраного способу введення зворотних відходів.

Проте основними є показники якості готової продукції. Масова частка РР і масова частка вологи цукерок на основі фруктових помадних мас не перевищують вимоги документації, що є значущим досягненням. Органолептичні ж показники готової продукції відрізняються. Зразки цукерок, в яких було використано 4,8% і 7,3% зворотних відходів за формою, смаком, ароматом і консистенцією повністю відповідають вимогам чинної документації. Помадна маса «тане» у ротовій порожнині, що свідчить про її високу якість та утворення кристалів цукру в межах 10...20 мкм.

Для зразка, де використано 9,4% зворотних відходів, відмічено виражений смак, але структуру менш однорідна. Також спостерігається нерівномірне розподілення барвника по всій цукерковій масі, що пов'язано з досить значною кількістю щільних зворотних відходів. Час на змішування цукеркової маси зі зворотними відходами в машині ТМ-350 збільшився на 5—6 хв і склав 30—31 хв замість 24—26 хв.

Висновки. Отже, вивчення можливості застосування зворотних відходів у складі фруктової помадної маси на прикладі цукерок «Сеньйорита полуниця» дає змогу надати такі рекомендації.

1. Зворотні відходи «Цукерки глазуrowані» не можуть бути використані в рецептурах фруктових помадних мас, оскільки надають сіро-бурого відтінку кольору готової продукції, що не відповідає вимогам нормативної документації. До використання рекомендовано лише зворотні відходи «Корпуси цукерок», що утворились до стадії нанесення кондитерської глазури.

2. Додавання зворотних відходів можливе двома способами. За першим способом внесення частини зворотних відходів відбувається у вигляді напівфабрикату «Сироп з помадних корпусів» на стадії отримання цукрово-патокового сиропу і частину — на стадії темперування помадної маси. Було отримано можливість внесення 6,5%. За другим способом можливе внесення всієї частини зворотних відходів на стадії темперування цукеркової маси. Високу якість фруктової помадної маси отримано з використанням відходів у кількості 7,3%. Найвища межа допустимого внесення зворотних відходів — саме 9,4% не була досягнута, що спонукає до продовження досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4135:2014. Цукерки. Загальні технічні умови. Київ. 2014. 27 с.
2. Гавва, О. О. (2006). Удосконалення технологій неглазуrowаних цукерок з метою подовження терміну їх зберігання: дис. канд. техн. наук: 05.18.01. Нац. ун.-т харч. технол. Київ.
3. Коркач, Г. В. (2012). Науково-практичне обґрунтування та розроблення технологій кондитерських виробів з синбіотиками: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01. Одеська нац. акад. харч. технол. Одеса.
4. Іоргачова, К. Г. (2004). Наукові основи технологій кондитерських виробів з використанням функціональних рослинних добавок: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. Одеська нац. акад. харч. технол. Одеса.
5. Beilein, J., Logan et al. (2018). Candy Chemistry: A Sweet Approach to Teaching Non-Science Majors. *Journal of Chemical Education*, 8(95), 1307—1315.
6. Dorozhynska, O. C., Kokhan, O. O. (2021). Changing the quality of unglazed candies with a crystalline structure based on a combination of lactose and fructose sugars during storage. *Харчова промисловість*, 30, 18—28.
7. Dorozhynska, O., Kokhan, O., Kambulova, Yu. (2021). Sorption characteristics of fondant candies based on tagatose. *Ukrainian Food Journal*, 10(4), 786—796.
8. Korkach, H., Krusir, G. (2017). Development of innovative technologies of fondant candies with synbiotics. *Technological audit and production reserves*, 1(3(33)), 50—55.
9. McGill, J., Hartel, R. W. (2020). Water relations in confections. *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*, 483—500.
10. Hartel, R. W. (2002). Crystallization in foods. *Handbook of Industrial Crystallization. Second Edition*, 287—304.
11. Verma, P., Shah, N. G., Mahajani, S. M. (2020). A novel technique to characterize and quantify crystalline and amorphous matter in complex sugar mixtures. *Food Analytical Methods*, 13(11), 2087—2101.
12. Verma, P. et al. (2021). Insights into the crystallization phenomenon in the production of non-centrifugal sugar. *Journal of Food Engineering*, 290, 110259.
13. Ouiazzane, S. et al. (2008). Modeling of sucrose crystallization kinetics: The influence of glucose and fructose. *Journal of Crystal Growth*, 310(15), 3498—3503.
14. Gholamhosseinpour, A. et al. (2008). Evaluation of the traditional caramel production process and optimization of sucrose crystallization (part 1). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 4(1), 72—75.
15. 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.

16. *Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів*: навч. посіб. / за ред. проф. А.М. Дорохович і проф. В.М. Ковбаси. Київ: НУХТ, 2015.
17. ДСТУ 4683:2006. Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин. Київ. 2006.
18. ДСТУ 4910:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин. Київ. 2008.
19. ДСТУ 5059:2008. Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів. Київ. 2008.