



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

37

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2025

UDC 664(04) (082)

Results of research and development operations on technology of foodstuff, chemical, biochemical, microbiological processes, devices, the equipment, automation of food productions and economy of the food industry are provided.

The journal was designed for scientists, engineers and technical personnel of the food industry.

Journal "Food Industry" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical sciences (Decree of MES of Ukraine # 32 from January 15, 2018) and the category "Б" (Decree of MES of Ukraine # 612 from May 7, 2019, # 975 from July 11, 2019; in specialties 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Food Industry" is indexed by the following scientometric databases:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Publications are represented in authoring edition.

Editorial office address:

National University of Food Technologies
Volodymyrska str., 68, 01601 Kyiv, Ukraine
(044) 287-93-07, internal 93-07
E-mail: hpuht@ukr.net

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies.
Protocol # 9 from 24 th of April, 2025

© NUFT, 2025

УДК 664(04) (082)

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Журнал «Харчова промисловість» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних наук (Наказ МОН України № 32 від 15.01.2018) та категорію «Б» (Накази МОН України № 612 від 07.05.2019 р. та № 975 від 11.07.2019, за спеціальностями 122, 133, 141, 144, 151, 162, 181), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Харчова промисловість» індексується такими наукометричними базами:

- Google Scholar
- Index Copernicus

Статті друкуються в авторській редакції.

Адреса редакції:

Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601
(044) 287-93-07, внутрішній 93-07
E-mail: hpuht@ukr.net

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій.
Протокол № 9 від 24 квітня 2025 року

© НУХТ, 2025

Редакційна колегія
Склад редакційної колегії журналу «Харчова промисловість»

Головний редактор
Editor-in-Chief

Олександр ГАВВА
Oleksandr GAVVA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Відповідальний секретар
Accountable secretary

Тетяна ОСЬМАК
Tetiana OSMAC

канд. техн. наук, Україна
Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Члени редакційної колегії:

Андрій МАРІНІН
Andrii MARYNIN

канд. техн. наук, ст. наук. співр., Україна
Ph. D., Senior Research Officer, National University of Food Technologies, Ukraine

Василь КИШЕНЬКО
Vasil KYSHENKO

канд. техн. наук, Україна
Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор ЄМЦЕВ
Viktor YEMTSEV

д-р екон. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Віктор СТАБНИКОВ
Viktor STABNIKOV

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Віра ЮРЧАК
Vira YURCHAK

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Віталій ПРИБИЛЬСЬКИЙ
Vitaliy PRYBYL'S'KYU

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Галина ПОЛЩУК
Galina POLISCHUK

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Галина СИМАХІНА
Halyna SIMAKHINA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Лариса АРСЕНЬЄВА
Larysa ARSEN'YEVA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Микола ЯКИМЧУК
Mykola YAKYMCHUK

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Наталія ГУСЯТИНСЬКА
Nataliia HUSIATYNSKA

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Наталія ПУШАНКО
Nataliia PUSHANKO

канд. техн. наук, Україна
Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
Oksana KOCHUBEI-
LYTVYENENKO

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр КУРГАЄВ
Oleksandr KURGAEV

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр СЕРЬОГІН
Oleksandr SER'OHIN

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Олександр ШЕВЧЕНКО
Olexander SHEVCHENKO

д-р техн. наук, Україна
Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Олена БЛИК

Olena BILYK

канд. техн. наук, Україна

Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Світлана ЛІТВИНЧУК

Svitlana LITVYNCHUK

канд. техн. наук, Україна

Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Сергій ТОКАРЧУК

Serhiy TOKARCHUK

канд. техн. наук, Україна

Ph. D., National University of Food Technologies, Ukraine

Станка ДАМЯНОВА

Stanka DAMYANOVA

д-р техн. наук, Болгарія

DSc, Razgrad Branch of the University of Ruse, Bulgaria

Стефан СТЕФАНОВ

Stefan STEFANOV

д-р інж., проф., Болгарія

DSc, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria

Тамара НОСЕНКО

Tamara NOSENKO

д-р техн. наук, Україна

Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Тетяна ЛЕБЕДЕНКО

Tetiana LEBEDENKO

д-р техн. наук, Україна

Ph. D. Hab., Odessa National Academy of Food Technologies
Ukraine

Тетяна ПИРОГ

Tetyana PYROH

д-р біол. наук, Україна

Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Тетяна СИЛЬЧУК

Tetiana SYLCHUK

д-р техн. наук, Україна

Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

Юлія КАМБУЛОВА

Yuliia KAMBULOVA

д-р техн. наук, Україна

Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ, СИРОВИНА ТА МАТЕРІАЛИ**Сировина та матеріали**

Макаренко О. Г., Чебаненко Х. В. Стан законодавства Європейського союзу та України на початок 2025 року стосовно матеріалів і предметів, призначених для контакту з харчовими продуктами

Іщенко В. М., Квітковська Н. П., Кочубей-Литвиненко О. В., Чебаненко Х. В., Іщенко М. В. Аналітичні методи оцінки ступеня термічного оброблення молока

Абкадиоров Ф. Р., Мукоїд Р. М. Основні підходи до екологізації вирощування винограду для виноробства в Криму

Макаренко О. Г., Чебаненко Х. В. Глікоалкоїди картоплі α -соланін та α -чаконін. Огляд.

Технології: дослідження, застосування та впровадження

Камбулова Ю. В., Кохан О. О., Дудзінський О. В., Солошенко В. Ю. Інноваційні рішення в управлінні якістю глазурованих цукерок з корпусом на основі помади крем-брюле при переробці їх зворотних відходів

Бартошак І. В., Поліщук Г. С. Порівняльний аналіз технологічної ефективності різних способів зсідання вершкових сумішей

Сімахіна Г. О. Пріоритетне значення біофлавоноїдів у раціонах харчування при кризових ситуаціях

Строкач Є. В., Ковбаса В. М. Дослідження зміни кількості редукуючих цукрів картоплі в процесі зберігання та їх вплив на колір чипсів

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ**Процеси харчових виробництв**

Клещук О. О., Шутюк В. В. Особливості екстрагування вичавок ягід бузини чорної

Осьмак О. О., Серьогін О. О., Блаженко С. І. Аналіз методів чисельного моделювання процесу термічної конверсії біомаси рослинного походження

SECTION 1. TECHNOLOGIES, RAW MATERIALS AND MATERIALS**Raw Materials and Materials**

7 Makarenko O., Chebanenko K. State of legislation in the European union and ukraine at the beginning of 2025 on materials and articles in contact with food

16 Ischenko V., Kvitkovska N., Kochubei-Lytvynenko O., Chebanenko K., Ischenko N. Analytical methods for assessing the degree of heat treatment of milk

30 Abkadyrov F., Mukoid R. Main approaches to the ecologization of grape cultivation for winemaking in Crimea

39 Makarenko O., Chebanenko K. Glycoalkaloids of potatoes: α -solanine and α -chaconine. A review

Technologies: Researches, Application and Introduction

48 Kambulova Yu., Kokhan O., Dudzinskyi O., Soloshenko V. Innovative solutions in the quality management of glazed sweets based on creme-brulee in the processing of their return waste

59 Bartoshak I., Polishchuk G. Comparative analysis of technological efficiency of various methods of formulating cream mixtures

70 Simakhina G. The priority importance of bioflavonoids in diets to use under the crisis situations

81 Strokach Y., Kovbasa V. Research into changes the amount of reducing sugars in potatoes during storage and their effect on the color of chips

SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT**Processes of Food Industries**

88 Kleshchuk O., Shutyuk V. Features of extraction of black elderberry pomace

96 Osmak O., Seriyogin O., Blazhenko S. Analysis of numerical modeling methods of the thermal conversion of biomass of plant origin

- Погорілий Т. М., Рожко Ю. В., Олішевський В. В., Бабко Є. М., Николаєва О. А. Математичне моделювання впливу різних факторів на ефективність осадження крохмалю типу «А» у відцентровому полі 107 *Pohorilyi T., Rozhko Yu., Olishevskiy V., Babko E., Nikolaieva O.* Mathematical modeling of the various factors influence on the efficiency of type "A" starch precipitation in a centrifugal field

Обладнання та устаткування

Гавва О. О., Кривопляс-Володіна Л. О. Синтез конструктивних параметрів пристрою фасування сипкої продукції адаптронного модуля дозування безперервної дії стаканчикového типу

Ощипок І. М. Підвищення ефективності технологічного устаткування харчових виробництв застосуванням титану та його сплавів

Ченцов О. В., Якимчук М. В. Розробка адаптивного біонічного пристрою захоплення на основі коаксіальних оболонок

Мусійчук В. М., Гавва О. М., Чепелюк О. М., Чепелюк О. О. Обґрунтування параметрів дозувального модуля з поршнеvim нагнітанням для в'язких харчових продуктів

Бондарчук Д. С., Якобчук Р. Л. Аналіз конструкцій пристроїв розпилення апаратів для сушіння рідких харчових продуктів

Козак О. С., Десик М. Г., Теличкун В. І. Визначення раціональної будови вакуумної камери апарата для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів в умовах потокового виробництва

Касинюк М. О., Грінінг К. Р., Пономаренко А. М., Губеня О. О., Омеляненко К. А. Бісерні млини для руйнування клітин мікроорганізмів у виробництві продукції мікробного синтезу

Equipment and machinery

118 *Gavva O., Kryvoplias-Volodina L.* Synthesis of design parameters of a device for packaging loose products with a continuous cup-type adaptronic dosing module

132 *Oshchypok I.* Increasing the efficiency of technological equipment in food production using titanium and its alloys

143 *Chentsov O., Iakymchuk M.* Development of an adaptive bionic gripping device based on coaxial shells

153 *Musiichuk V., Gavva O., Chepeliuk O., Chepeliuk O.* Substantiation of the dosing module parameters with piston injection for viscous food products

163 *Bondarchuk D., Yakobchuk R.* Analysis of spraying devices designs for drying liquid food products

176 *Kozak O., Desyk M., Telychkun V.* Determination of the rational design of a vacuum chamber of a device for vacuum cooling of bakery products under continuous production conditions

190 *Kasyniuk M., Hrininh K., Ponomarenko A., Gubenia O., Omelianenko K.* Bead mills for destruction of microbial cells in production of microbial synthesis products

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В УПРАВЛІННІ ЯКІСТЮ ГЛАЗУРОВАНИХ ЦУКЕРОК З КОРПУСОМ НА ОСНОВІ ПОМАДИ КРЕМ-БРЮЛЕ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ЇХ ЗВОРОТНИХ ВІДХОДІВ

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

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

О. В. Дудзінський, аспірант

В. Ю. Солошенко

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень зі встановлення раціональних способів переробки зворотних відходів глазурованих помадних цукерок. Визначено основні технологічні операції, де відбувається утворення зворотних відходів, проведено аналіз цих зворотних відходів і доведено вплив від їх внесення на параметри технологічного процесу виробництва та якість готових виробів, а також можливість переробки глазурованих зворотних відходів при виробництві цукерок на основі помади крем-брюле. Встановлено, що максимально можлива частка внесення зворотних відходів без погіршення якості продукції досягається шляхом внесення відходів у початковому вигляді на етапі темперування цукеркової помадної маси.

Ключові слова: зворотні відходи, помадні цукерки, технологічні параметри, якість.

Вступ. Помадні цукерки з відносно невисокою ціною користуються стабільним попитом у споживачів серед усіх верств населення насамперед за рахунок високих органолептичних показників.

Основою помадних цукерок є цукрова, фруктова та молочна помади, до складу яких входить натуральна сировина: цукор, патока, фруктова сировина, молочні продукти, що й зумовлює високі споживчі характеристики виробів при досить помірній їх собівартості. Саме тому більшість вітчизняних кондитерських підприємств виготовляє цю групу цукерок у досить широкому асортименті.

Виробництво цієї групи цукерок відноситься до масового виробництва, вироби виготовляються на потоково-механізованих лініях з механізацією більшості процесів і частковою автоматизацією деяких ділянок виробництва. Однак повністю запобігти утворенню зворотних відходів при промисловому виробництві цукерок неможливо.

Існують виробничі ділянки, де недотримання чітких технологічних параметрів процесу може призводити до утворення напівфабрикатів і готових виробів неналежної якості, тому й досі залишається актуальним завдання щодо мінімізації утворення таких зворотних відходів і знаходження актуальних способів їх переробки, що дає змогу зменшити витрати підприємства на їх переробку.

Для вирішення цього актуального завдання була проведена низка спостережень за технологічним процесом виробництва цієї групи цукерок і серія досліджень на базі цукеркового цеху ТОВ «КОНТИ» в м. Костянтинівка.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Помадні цукерки виробляються з помадних мас, які поділяються на такі види: помада цукрова, помада молочна, помада крем-брюле та помада фруктова [1].

Складовими частинами цукрової помади є цукор, патока та вода. Молочна помада містить у своєму складі молочні продукти, в тому числі і вершкове масло. Молочна помада світло-коричневого забарвлення називається помадою крем-брюле. Фруктова

помада містить у своєму складі фруктово-ягідну сировину, переважно у вигляді пюре, що вноситься на етапі приготування рецептурної суміші для помадного сиропу.

Смакові властивості помади, крім рецептури, суттєво залежать від її консистенції, що характеризується співвідношенням твердої та рідкої фаз цього кондитерського напівфабрикату.

Метою процесу приготування напівфабрикату помади є отримання маси дрібно-кристалічної структури, тому для отримання помади необхідно забезпечити такі умови, при яких відбувається процес кристалізації й утворюються дрібні кристали розміром менше 10—12 мкм [2]. Дисперсний склад помадних мас значною мірою залежить від факторів, що впливають на процес кристалізації сахарози. Одним із вирішальних факторів є пересичення помадного сиропу, що залежить від вмісту сухих речовин у ньому. При збільшенні вмісту сухих речовин сиропу скорочується процес помадоутворення, частка кристалів великих розмірів знижується.

Смакові властивості цукерок на основі молочної помади та помади крем-брюле також залежать від аромату молочних продуктів, що входять до їх складу. Цей показник обумовлюється багатьма сполуками, що містяться в молоці, і особливо метилсульфідом і δ -декалактоном. Остання сполука особливо характерна для термічно обробленого молока. При нагріванні молока і молочного жиру в умовах підвищеної вологості утворюються й інші сполуки, які надають продуктам характерний запах: метилкетони, ацетальдегід, фурфурол, ароматичні речовини, меланоїдини тощо [3].

Відмінності в приготуванні молочної помади крем-брюле полягають у наявності додаткової технологічної операції томління — тривалого нагрівання цукрово-паточкового-молочного сиропу. Змішування й томління компонентів здійснюється в дисуторі при температурі 95—107 °С протягом 40—50 хв [4]. За таких умов у сиропі відбувається інтенсивний процес меланоїдиноутворення. В результаті високої температури і тривалого нагрівання відбувається взаємодія редуруючих цукрів і білкових речовин з утворенням складних сполук меланоїдинів, які надають сиропу специфічний смак, аромат і темно-коричневе забарвлення.

Загальновізвано, що реакція меланоїдиноутворення (реакція Маяра) є комплексом неферментативних хімічних речовин за рахунок перетворень, які відбуваються послідовно та паралельно. Початкова стадія реакції починається із взаємодії нуклеофільних груп білків, пептидів, амінокислот з карбонільними групами у складі відновлених вуглеводів, а також альдегідів або жирів. Реакція супроводжується утворенням великої кількості низько- та високомолекулярних речовин (полімерів). На швидкість реакції утворення продуктів реакції Маяра впливає багато факторів, зокрема температура, час, активність води (a_w), рН, масова частка вологи, хімічний склад, концентрація та співвідношення окремих компонентів, присутність кисню, а також деяких іонів металів (в т. ч. міді та заліза), вітамінів (в т. ч. аскорбінової кислоти), флавоноїдів [5, 6].

Молоко є своєрідною ідеальною основою для виникнення та перебігу реакції Маяра за рахунок відносно високого вмісту лактози, білків, жиру. Каталізаторами реакції виступають технологічні параметри, особливо тепловий вплив. Значення має тип молочних білків. Вважається, що казеїни, зазвичай, більш стабільні до дії високої температури порівняно з білками молочної сироватки. Згідно з нещодавно опублікованими дослідженнями взаємодії вуглеводів з окремими представниками основних груп білків молока встановлено, що, наприклад, реакційна здатність (активність) β -казеїну була приблизно на 45% нижчою, ніж у представників групи білків молочної сироватки α -лактоальбуміну та β -лактоглобуліну [7].

Після операції томління рецептурну суміш із вмістом сухих речовин 78,0—82,0% і редуруючих речовин 8,9—11,0% фільтрують і перекачують у збірник-змішувач, звідки вона в міру необхідності подається в проміжну ємність, в якій зберігається при температурі 70—98 °С. Після фільтрування суміш направляють на уварювання, в процесі якого відбуваються різні процеси зміни цукрів: реакція інверсії сахарози, послідовна реакція розпаду цукрів з утворенням ангідридів, продуктів конденсації, оксиметилурфурулу, забарвлюючих речовин та органічних кислот. Це призводить до трансформаційних змін складу маси, її зовнішнього вигляду і смакових якостей.

У результаті цієї реакції утворюються забарвлені продукти, які впливають на смак і аромат помадного сиропу. При уварюванні під вакуумом цей напівфабрикат виходить менш забарвленим, але в ньому розвивається характерний смак пряженого молока. При уварюванні молочних помадних сиропів збільшується масова частка редууючих речовин.

Найбільш розповсюдженим способом формування корпусів помадних цукерок є відливання цукеркової маси в крохмальні форми. Перед відливанням помаду із помадозбивальної машини передають у темперувальні збірники, де змішують з різноманітними добавками і, як правило, підігрівають до більш високої температури: помада цукрова — 70—75 °С, помада молочна, крем-брюле — 70—85 °С.

У помадних масах з наявною твердою фазою у вигляді дрібних кристалів сахарози, на відміну від молочних, цей процес відбувається легко та швидко і залежить від швидкості охолодження маси. В початковий період, після відливання маси в крохмальні форми, процес кристалізації найбільш інтенсивно відбувається в зовнішніх шарах корпусу, а потім, у міру його охолодження, розповсюджується по всьому його об'єму. Тому помадні цукерки відрізняються однорідною суцільною кристалічною структурою [8].

Незважаючи на удосконалення технологічного обладнання та дотримання режимів виготовлення, повністю запобігти утворенню зворотних відходів при промисловому виробництві цукерок неможливо.

Під зворотними відходами кондитерського виробництва розуміють санітарно-доброякісні відходи, одержані на окремих фазах у вигляді сировини, напівфабрикатів і готових виробів. До зворотних відходів не належать відходи, викликані порушенням вимог нормативно-технічної документації, санітарно-недоброякісні відходи і відходи, які мають перероблятися протягом зміни на тій же стадії, в тій же бригаді і в ті ж сорти.

Утворені у процесі виробництва санітарно-доброякісні відходи дозволяється використовувати при повторному виробництві з відповідним перерахунком рецептур.

Нині зворотні відходи глазуrowаних цукерок переробляють одним із двох способів. При першому способі відходи розігрівають у варильному котлі до 70 °С і протирають через протирочну машину. Отриману масу вводять у ті сорти цукерок, корпуси яких містять какао-продукти, при цьому кількість сировини зменшують з урахуванням кількості введених компонентів. Другий спосіб полягає в тому, що відходи розігрівають у варильному котлі до 35 °С і відокремлюють на ситі глазур, яку збирають в окрему ємність. Корпуси, що залишилися на ситі, переносять в інший варильний котел і розігрівають до 70 °С (з додаванням води або без неї), після чого готують густий сироп або масу, яку вводять у помадний сироп, попередньо зробивши перерахунок всіх компонентів, що вводяться, або в темперувальну машину [9]. Другий спосіб є більш ресурсозатратним, тому зараз на більшості підприємств не відокрем-

люють глазур від корпусу, а заглазовані відходи використовують у вигляді розварів (сиропів) або в подрібненому вигляді при приготуванні помадних мас темного кольору, що містять у своєму складі какао-продукти.

Саме тому пошук шляхів зниження кількості зворотних відходів і визначення раціональних способів їх перероблення зі збільшенням їх кількості в рецептурі виробів без погіршення якості готових цукерок залишається доволі актуальним завданням, що потребує вирішення.

Мета досліджень полягає в аналізі причин появи зворотних відходів при виробництві глазури помадних цукерок на основі помади крем-брюле, визначенні раціональних способів переробки зворотних відходів у виробничих умовах, дослідженні впливу внесення різної кількості зворотних відходів на якість нової партії цукерок та формулюванні рекомендацій щодо переробки зворотних відходів глазури помадних цукерок.

Матеріали і методи. Проводилися дослідження зразків помадних цукерок, що були виготовлені на основі помади крем-брюле у виробничих умовах ТОВ «КОНТІ». Виготовлення зразків цукерок здійснювалось на потоково-механізованій лінії з виробництва помадних цукерок з відливанням корпусів у крохмальні форми. Контроль за параметрами кожної технологічної операції здійснювався згідно з розробленими на підприємстві технологічними інструкціями з виробництва цукерок з помадними корпусами та системою НАССР.

Відбір проб для фізико-хімічних досліджень зразків проводили згідно з ДСТУ 4619:2006 [10]. Визначення фізико-хімічних показників напівфабрикатів і готової продукції проводили загальноприйнятими в кондитерському виробництві методами [11]. Напівфабрикати і готову продукцію досліджували органолептично за ДСТУ 4683:2006 [12], масову частку вологи у сировині та напівфабрикатах визначали при скореним методом за допомогою сушильної шафи СЕШ-1 та рефрактометричним методом [13]. Визначення масової частки редукуючих речовин у напівфабрикатах і готових виробів здійснювали фериціанідним методом за ДСТУ 5059:2008 [14], що ґрунтується на взаємодії редукуючих цукрів з іоном заліза (III), взятим у надлишку.

Результати досліджень. Для вирішення актуального завдання збільшення частки перероблення зворотних відходів при виробництві цукерок з помадними корпусами на першому етапі роботи було здійснено аналіз технології виробництва помадних цукерок на основі помадної маси крем-брюле з метою виявлення основних причин появи зворотних відходів. Проведений аналіз дав змогу виявити основні технологічні операції, на яких утворюються зворотні відходи, що можуть бути перероблені при виробництві нової порції готових виробів, а також санітарні відходи, які заборонено переробляти.

З'ясовано, що зворотні відходи утворюються на етапі формування цукерок, вони відбраковуються під час інспекції помадних корпусів, що надходять на глазурування. Як правило, відбраковуються корпуси, що мають дефекти зовнішнього вигляду: неправильну форму, розміри, вагу, механічно пошкоджені, не відповідають за смаком, кольором, запахом найменуванню продукції, що виробляється, тощо. Основна причина такого браку є недотримання режимів на етапі формування цукеркових корпусів або через використання неякісного напівфабрикату цукеркової помадної маси, що призводить до погіршення структуроутворення корпусів цукерок. Друга стадія, де відбувається фіксація зворотних відходів, — це інспектування вже заглазованих цукерок, що надходять на загортання та пакування, вони можуть бути відбракованими через неякісне нанесення глазури: часткове перекриття корпусу, невідповідність

відсотку глазури рецептурі цукерок, неправильна форма заглазованих цукерок через напливи глазури тощо.

З метою економії ресурсів існує необхідність дослідження можливості переробки зворотних відходів при приготуванні нових партій продукції з встановленням можливості збільшення частки зворотних відходів у готових виробках без погіршення їх якості.

Переробка зворотних відходів при виробництві цього виду цукерок можлива шляхом:

- приготування розчинів зі зворотних відходів з концентрацією 70—75% (розварів) з подальшим їх додаванням на етапі приготування нової порції цукеркового сиропу;

- внесенням зворотних відходів у цукеркову помадну масу на етапі її темперування перед формуванням.

На першому етапі експериментальної частини були проведені дослідження зворотних відходів при виробництві цукерок на основі помади крем-брюле «Веселий боцман Амаретто». Досліджували зразки зворотних відходів різних партій цукерок, у яких визначали основний фізико-хімічний показник, що контролюється в цьому виді цукерок і який може суттєво впливати на перебіг процесу виготовлення нової партії виробів з використанням цих відходів, зокрема масову частку редукуючих речовин, що визначалася в умовах лабораторії підприємства. Отримані результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Показники якості зворотних відходів помадних цукерок

Об'єкт контролю	Контрольований параметр	Граничне значення параметра	Фактичні значення			
			партія 1	партія 2	партія 3	партія 4
Зворотні відходи. Корпус неглазований	Масова частка редукуючих речовин, %	Не більш 16	11,4	11,0	11,3	11,0
Зворотні відходи. Корпус глазований	Масова частка редукуючих речовин, %	Не більш 16	11,0	11,5	11,4	11,3

Аналізуючи отримані результати, робимо висновок, що вміст редукуючих речовин у зворотних відходах корпусу та заглазованої цукерки в межах норми.

Одним із шляхів перероблення зворотних відходів цукеркового виробництва є переведення їх у розчин з подальшим використанням цього розчину під час приготування нової порції рецептурної суміші для помадного сиропу, тому в наших дослідженнях було проведено приготування сиропів на основі досліджуваних відходів (розварів). Розвари готували з концентрацією сухих речовин в межах 70—75%. Для приготування розварів використовували суміш зворотних відходів корпусів і глазованих цукерок без попереднього відокремлення з них глазури.

Переробка зворотних відходів саме заглазованих цукерок стала можлива через те, що, на відміну від цукрової чи молочної помади, помада крем-брюле має більш насичений колір і внесення глазури не суттєво змінить колір цього напівфабрикату, крім того, цукерки «Веселий боцман Амаретто» мають у своєму складі какао-порошок, що надає корпусу темного кольору. Це дає змогу прогнозувати можливість переробки більшої частки саме заглазованих зворотних відходів.

На етапі приготування розварів контролювали масову частку сухих і редукуючих речовин в цих напівфабрикатах. Результати досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Показники якості розварів зі зворотних відходів помадних цукерок

Об'єкт контролю	Контрольований параметр	Граничне значення параметра	Фактичні значення
Розвари зі зворотних відходів. Корпус глаз/неглаз.	Масова частка сухих речовин, %	70—75	75,2/75,0/74,9
	Масова частка редукуючих речовин, %	Не більш 16	11,7

При приготуванні розварів спостерігається несуттєве збільшення масової частки редукуючих речовин, що можна пояснити частковим гідролізом сахарози на етапі приготування сиропів зі зворотних відходів. Але це значення не перевищує допустимих норм. Також треба відмітити, що процес гідролізу відбувається неінтенсивно через відсутність у рецептурі досліджуваних цукерок кислоти як смакового компонента, яка б могла суттєво впливати на показники якості розварів, збільшуючи масову частку редукуючих речовин.

На першому етапі у виробничих умовах була випробувана максимальна кількість зворотних відходів, які вносили у вигляді розвару, що становить 4,8% до загальної кількості готових виробів. Проведені спостереження з фіксацією параметрів і показників якості напівфабрикатів наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Вплив внесення зворотних відходів у вигляді розварів у кількості 4,8% на технологічний процес виробництва цукерок

Етапи	Об'єкт контролю	Контрольований параметр	Періодичність контролю	Граничне значення параметра	Фактичне значення параметра при проведенні виробничих випробувань
Уварювання сиропу	Цукрово-патоково-молочний сироп	Показник кулісного механізму	Не менш ніж 1 раз за зміну	6—9	8
		Кінцева температура уварювання, °С		110—125	120
		Тиск пари, МПа		1,5—3,5	3,5
Приготування помадної маси	Помадна маса	Температура помадної маси, °С	Не менш ніж 2 рази за зміну	Не більш 80	80,0
		Масова частка вологи, %	Не менш ніж 2 рази за зміну	9—11,7 (оптим. 10,5)	10,1
Формування та вистоювання корпусів	Цукеркова маса	Температура цукеркової маси, °С	Не менш ніж 2 рази за зміну	Не більш 85	87,0
		Масова частка вологи, %	Не менш ніж 2 рази за зміну	9,0—11,7 (оптим. 10,6)	10,1

Продовження таблиці 3

	Масова частка редукуючих речовин, %	Не менш ніж 2 рази за зміну	Не більш 16	11,6
	Температура корпусу після охолодження, °C	Не менш ніж 2 рази за зміну	19—22 (оптим. 20—21)	20

Було відмічено, що використання зворотних відходів при приготуванні помадних цукерок на основі молочної помади крем-брюле у вигляді розвару впливає на більш інтенсивне «заварювання» (утворення накипу у вигляді денатурованих білків, що містяться в молочній сировині) варильної колонки, а також спостерігалось підвищення в'язкості цукеркового сиропу.

На етапі формування корпусів цукерок у крохмальні форми при стандартних режимах роботи формуючого обладнання спостерігалось утворення «хвостів», що свідчить про збільшену в'язкість цукеркової маси, тому виникла технологічна необхідність підвищити температуру на 2 °C вище верхньої межі: до 87 °C.

Провівши оцінку якості отриманих зразків цукерок при спрацюванні відходів у вигляді розварів визначено, що при органолептичній оцінці відмічалася більш в'язка консистенція зразків цукерок порівняно з контрольним зразком, що, напевно, пов'язано з більшою в'язкістю помадного сиропу і, як наслідок, гальмування процесу кристалізації на етапі помадоприготування, тому, вочевидь, частка твердої фази помадної маси буде меншою, ніж у контрольному зразку цукерок.

Щодо технологічності такого шляху спрацювання відходів, то було прийнято рішення вважати його нетехнологічним, адже ускладнюється процес формування виробів, що може призводити до утворення ще більшої кількості зворотних відходів у вигляді формування корпусів з «хвостами», що спричиняє інтенсивне засмічення крохмалю частиками цукерок. Для подолання цієї проблеми необхідно підвищувати температуру цукеркової маси на етапі темперування, а це призводить до погіршення початкової дрібнокристалічної консистенції в бік збільшення кристалів твердої фази цукеркової помадної маси.

З точки зору економії енергоресурсів досліджений шлях переробки передбачає додаткові їх витрати на етапі приготування самого розвару та підтримання підвищеної температури на етапі темперування й формування корпусів цукерок. Тому наступний комплекс досліджень з виробничими випробуваннями був здійснений шляхом введення частини відходів у вигляді розвару, а іншої частини — у вигляді подрібнених зворотних відходів на етапі темперування цукеркової помадної маси в темперувальній машині. З огляду на попередні дослідження, внесення розвару на етапі приготування сиропу було зменшено вдвічі і становило 48 кг розвару, що містить 40 кг зворотних відходів. А на етапі темперування на порцію помадної маси було внесено ще 15 кг суміші зворотних відходів (7 кг глазуrowаних цукерок + 8 кг корпусу). Внесення зворотних відходів за такою схемою підвищило загальний відсоток зворотних відходів до 6,1% на 1 т готової продукції.

Спостереження за ходом технологічного процесу при переробці зворотних відходів таким способом продемонстрували, що зниження кількості зворотних відходів у вигляді розварів вплинуло на зменшення в'язкості помадного сиропу, що, у свою чергу, позитивно позначилося на операції темперування та формування корпусів цукерок без необхідності підвищення температурних параметрів цих технологічних

стадій. Формування корпусів відбувалося без ускладнень. Тривалість цієї операції була однаковою з тривалістю вистоювання корпусів, що виготовляються без використання зворотних відходів. Операція глазурування зразків корпусів теж відбувалася без додаткового корегування параметрів.

Визначення органолептичних і фізико-хімічних показників у досліджуваних зразках продемонструвало їх відповідність вимогам нормативної документації на виріб, тому цей комбінований спосіб перероблення є доволі перспективним до використання. Крім цього, такий комбінований спосіб дає змогу збільшити частку зворотних відходів до 6,1%. Однак залишається ризик «заварювання» змійовика варильної колонки, що потребуватиме додаткових зупинок у роботі потоково-механізованої лінії на додаткове промивання варильного обладнання. Також приготування розварів зі зворотних відходів є доволі енергозатратною додатковою операцією, адже потребуватиме встановлення додаткового варильного обладнання та використання додаткових ресурсів.

Враховуючи цю обставину, було вирішено дослідити можливість переробки зворотних відходів без приготування розварів, а вносити їх лише на етапі темперування нової порції цукеркової помадної маси в кількості 4,0%, 6,4% та 9,4% до загального виходу готових виробів (1 т). Результати проведених досліджень зведено в табл. 4.

Таблиця 4. Вплив зворотних відходів, внесених на етапі темперування цукеркової маси, на технологічний процес виробництва цукерок

Етапи	Об'єкт контролю	Контрольований параметр	Граничне значення параметра	Фактичне значення параметра при проведенні виробничих випробувань		
				Дозування зворотних відходів, %		
				4,0	6,4	9,4
		Тиск пари, МПа	1,5—3,5	3,5	3,5	3,5
Приготування цукеркової маси	Цукеркова маса	Температура цукеркової маси, °С	Не більш 85	83,5	84,0	85,0
		Масова частка редуруючих речовин, %	Не більш 16	11,1	11,4	11,2
		Тривалість темперування, хв	24—26 хв	24	25	30—31
Формування та вистоювання корпусів	Цукеркова маса	Температура цукеркової маси, °С	Не більш 85	84,0	84,0	85,0
		Масова частка вологи, %	9,0—11,7 (оптим. 10,6)	10,6	10,8	10,5
		Масова частка редуруючих речовин, %	Не більш 16	11,0	11,2	11,1
		Температура корпусу після охолодження, °С	19—22 (оптим. 20—21)	20	20	20
		Вага 10 штук напівфабрикату корпусу	137—144 (оптим. 141)	140	141	142

Було відмічено, що зі збільшенням внесеної частки зворотних відходів виникає необхідність збільшення тривалості операції темперування з 24 хв до 31 хв. Збільшення тривалості темперування пов'язано з необхідністю рівномірного розподілення зворотних відходів в об'ємі порції цукеркової помадної маси.

На етапі формування спостерігалось ускладнення формування корпусів з цукеркової маси з внесенням більшої кількості зворотних відходів при звичайних параметрах і виникала необхідність збільшення температури цукеркової маси до максимальної 84—85 °С.

Показники якості зразків готових помадних цукерок, отриманих з використанням зворотних відходів, що вносилися на стадії темперування, наведені в табл. 5.

Таблиця 5. Показники якості зразків помадних цукерок з використанням зворотних відходів, що вносяться на етапі темперування

Показники	Характеристика показника згідно з нормативною документацією	Відповідність зразка з різним дозуванням зворотних відходів на етапі темперування вимогам нормативної документації		
		4,0%	6,4%	9,4%
Смак, колір, запах, зовнішній вигляд	Цукерки продовгуватої прямокутної форми, глазуровані кондитерською глазур'ю без добавок. Корпус складається з помади крембрюле з додаванням рослинного жиру та какао-порошку з додаванням лікєру та ароматизатора	Відповідає	Відповідає	Відповідає, однак консистенція менш однорідна
Масова частка вологи, %	Не більше 16,0	7,2	7,1	7,1
Масова частка редуруючих речовин, %	Не більш 16,0	11,1	11,2	11,0

Аналіз отриманих зразків продемонстрував, що за фізико-хімічними показниками вони відповідали вимогам нормативної документації, однак за органолептичними показниками в зразку з максимальною кількістю внесених зворотних відходів відмічалася неоднорідна консистенція, навіть з урахуванням збільшення часу операції темперування. Зважаючи на цю обставину, було вирішено рекомендувати перероблення зворотних відходів таким способом у кількості не більше 6,4%.

Висновки. У результаті виробничих випробувань встановлено, що технологічним способом переробки зворотних відходів є комбінований спосіб, що передбачає їх внесення у вигляді розвару на етапі приготування сиропу з одночасним внесенням зворотних відходів на етапі темперування цукеркової маси. Таким способом можна досягти спрацювання різних видів зворотних відходів (корпус, глазуровані цукерки) в кількості 6,1% на 1 т готових виробів без погіршення якості готових виробів і суттєвої зміни параметрів технологічних операцій зі збереженням продуктивності обладнання.

Найбільш ресурсозощадливим способом виявився спосіб внесення зворотних відходів у вигляді зворотних відходів на етапі темперування цукеркової помадної маси.

Встановлено, що дозування зворотних відходів можливе до 6,4% на 1 т готових виробів без погіршення якості готової продукції.

Проведені дослідження демонструють можливості переробки не лише корпусів, а й глазуrowаних цукерок. Також можливе збільшення частки зворотних відходів при виробництві глазуrowаних помадних цукерок з корпусом з помади крем-брюле майже на 50% порівняно з чинними рекомендаціями (3,7%), що стимулює продовжувати розпочаті дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4135:2021 Цукерки. Загальні технічні умови. [Чинний від 2021-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2021. 21 с.
2. Hartel, R. W. (2018). *Confectionery Science and Technology*: ebook / R. W. Hartel, J. H. Von Elbe, R. Hofberger. USA: Springer International Publishing.
3. Delgado-Andrade, C., Fogliano, V. (2018). Dietary advanced glycosylation end-products (dAGEs) and melanoidins formed through Maillard reaction: Physiological consequences of their intake. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9, 271—291.
4. Crestani, C. E., Bernardo, A., Costa, C. B., Giulietti, M. (2018). Experimental data and estimation of sucrose solubility in impure solutions. *Journal of Food Engineering*, 218, 14—23.
5. Nguyen, H. T., van der Fels-Klerx, H. J., van Boekel, M. A. (2013). N-ε- (carboxymethyl) lysine: A Review on analytical methods, formation, and occurrence in processed food, and health impact. *Food Reviews International*, 30(1), 36—52.
6. Bund, R. K., Hartel, R. W. (2010). *Crystallization in foods and food quality deterioration. Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages* Woodhead Publishing Series in Food Science, *Technology and Nutrition*, 186—215.
7. Vistoli, G., De Maddis, D., Cipak, A. et al. (2013). Advanced glycoxidation and lipoxidation end products (AGEs and ALEs): An overview of their mechanisms of formation. *Free Radic Res.*, 47, 3—27.
8. 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.
9. Дорожинська, О. С., Кохан, О. О. (2021). Зміна якості неглазуrowаних цукерок кристалічної структури на основі комбінації цукрів лактози та фруктози протягом їх зберігання. *Харчова промисловість*, 30, 18—28.
10. ДСТУ 4619:2006 Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб. [Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 10 с.
11. *Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів: навчальний посібник / за ред. Дорохович А. М. та Ковбаси В. М.* Київ: Інкос, 2015.
12. ДСТУ 4683:2006 Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин. [Чинний від 2007-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 8 с.
13. ДСТУ 4910:2008 Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 13 с.
14. ДСТУ 5059:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання цукрів. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 31 с.