

С. І. БУХКАЛО, М. Л. ЗЕМЕЛЬКО

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕЯКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЗНОВИДІВ ШОКОЛАДНИХ ГЛАЗУРЕЙ**

Шоколадна глазур – великотоннажний компонент різновидів галузей харчової технології, яка також виконує важливі технологічні задачі, а саме: сприяє сповільненню процесів окислення; поліпшенню емульгуючих та диспергуючих властивостей; запобігає черствінню окремих різновидів продукції; перешкоджає попаданню вологи, чим збільшує термін придатності кондитерського виробу та ін. На першому етапі визначаються основні проблеми виробництва кондитерської галузі – вони потребують наукового обґрунтування вибору конкуренто-спроможних складових технології виробництва продукції з урахуванням показників якості-собівартість. Далі для заданих параметрів технології виробництва визначають складові рецептури шоколадних глазурей. Як приклад представлені результати досліджень обраних технологічних параметрів деяких композицій шоколадних глазурей, порівняльний аналіз ефективності їх дії на реологічні властивості композицій на основі какао-масла: альтернативні ПАР – стандартний лецитин – альтернативні ПАР – моногліцериди та їх суміш моно-, ди- і тригліцериди, синтезовані з пальмової олії методом гліцеролізу у присутності лужного каталізатору. Аналіз системи отриманих результатів та розрахункових рівнянь дозволив запропонувати рекомендації щодо інтенсифікації процесів виробництва: введення синтезованих ПАР в кількості 0,3–0,6% ефективно знижує в'язкість композицій на основі какао-масла, що, в свою чергу, дає можливість використовувати їх для часткової заміни лецитину при виробництві кондитерських виробів.

**Ключові слова:** шоколадні глазурі, реологічні характеристики, поверхнево-активні речовини, кореляційний зв'язок, інтенсифікація технологічних процесів.

**Вступ.**

Харчове виробництво відіграє важливу роль в житті кожної людини і є найважливішою й життєво необхідною галуззю не тільки в Україні, а і у всьому світі, що забезпечує харчову безпеку, формує структуру експортної торгівлі та сприяє розвитку інших галузей промисловості.[1]

Розвиток харчової промисловості передбачає інтенсифікацію процесів різновидів галузей, розробку нових способів виробництва продукції для посилення конкурентної боротьби і насичення ринку виробами високої якості продукції. Розширення асортименту шоколадних виробів – перспективний напрямок розвитку кондитерської галузі України, оскільки має стабільну позитивну можливість росту за рахунок впровадження інноваційних видів продукції та технологій, нових видів сировини і її раціонального використання. Основні проблеми кондитерської галузі потребують наукового обґрунтування вибору конкуренто-спроможних складових технології виробництва продукції з урахуванням показників якості-собівартість.

Окрім зовнішньої привабливості, смакових властивостей і композиційної завершеності кондитерських виробів, шоколадна глазур – великотоннажний компонент різновидів галузей харчової технології, також виконує важливі технологічні задачі, а саме: сприяє сповільненню процесів окислення; поліпшенню емульгуючих та диспергуючих властивостей; запобігає черствінню окремих різновидів продукції; перешкоджає попаданню вологи, чим збільшує термін придатності кондитерського виробу та ін. [2]

**Характеристика об'єктів та мети дослідження.**

Об'єкт дослідження – шоколадна глазур, як кондитерський виріб має характеристику: багатокомпонентний харчовий продукт, готовий до

вживання, має певну задану форму, отриманий в результаті технологічної обробки основних видів сировини – цукру і жирів, какао-продуктів, з додаванням або без додавання харчових інгредієнтів, харчових добавок і ароматизаторів [1–3]. У якості кондитерського напівфабрикату – це харчовий продукт, отриманий в результаті обробки одного або декількох видів сировини, з додаванням або без додавання харчових інгредієнтів, харчових добавок і ароматизаторів, застосовуваний для подальшого використання при виробництві кондитерських виробів. Таким чином, це кондитерський виріб, що отримується на основі какао-продуктів і цукру, до складу якого входить не менше 35% загального сухого залишку какао-продуктів, в тому числі не менше 18% масла какао і не менше 14% сухого знежиреного залишку какао-продуктів. У кондитерських виробках групи «Шоколад» може бути використано до 5% рослинних жирів – еквівалентів масла какао і (або) покращувачів масла какао SOS-типу до загальної ваги шоколадної маси (без великих добавок), не змінюючи мінімальної кількості масла какао.

Мета дослідження – у процесах глазурування необхідно встановити зв'язок між властивостями плинності маси, товщиною шару глазури, швидкістю її кристалізації і застигання, здатністю маси приймати конкретну форму та відповідати вимогам нормативно-технічної документації (НТД). Не варто забувати і про смакові та органолептичні властивості, які можна означити за показниками: швидкість плавлення цукеркової маси у роті; наповненість і насиченість смаку і аромату; наявність або відсутність сторонніх, неприємних присмаків; привабливість виробу з урахуванням особливостей складових глазурі та ін.

© Бухкало С.І., Земелько М.Л., 2021

### Аналіз літературних даних та відомості про технологію виробництва.

За загальною характеристикою шоколадні вироби відносять до кондитерських, вони складаються із шоколадної маси, яка є колоїдною системою, а дисперсним середовищем в ній є какао. У свою чергу, шоколадна маса – це напівфабрикат, який одержують змішуванням цукрової пудри з какао-маслом, какао тертим і додатками. Із шоколадної маси без додатків одержують натуральний шоколад. Шоколад може бути як звичайним, так і десертним – у десертному шоколаді велика дисперсність часток. Під дисперсністю розуміють кількість часток з розміром до 20 мкм у загальній кількості твердих часток. Наприклад, шоколадна маса звичайна з добавками і без добавок містить 92 % таких часток, її дисперсність 92 %. Десертна шоколадна маса без добавок має дисперсність не менш 97 %, а з добавками – 96 %.

Какао продукти одержують з какао-бобів на спеціалізованих фабриках або, наприклад, в цехах, що виробляють шоколад (рис. 1).

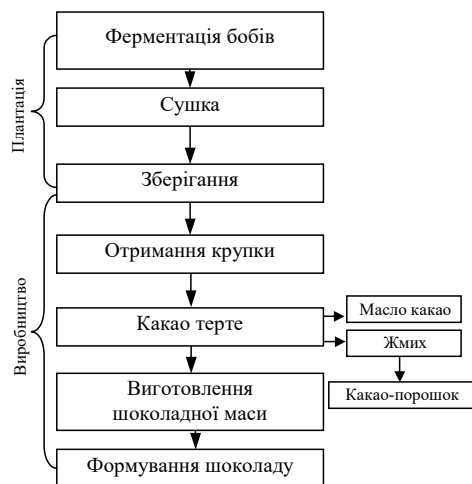


Рис. 1. Загальна функціональна схема виробництва шоколаду.

Промисловість випускає як товарний какао-порошок, що йде на приготування напою, так і виробничий какао-порошок, що використовують як

напівфабрикат при виготовленні цукерок й інших виробів.

Сучасне виробництво какао-продуктів можна представити як інноваційне високомеханізоване й автоматизоване. [4, 5]. Шоколадні маси готують на механізованих потокових лініях, як з об'ємним дозуванням, так і з дозуванням компонентів по масі.

Цукрова пудра, какао терте і частина какао-масла надходять у змішувач, що обігрівается. Компоненти ретельно перемішуються, утворюють однорідну тістоподібну масу з температурою не вище 40 °С і жирністю до 28 %. Ця маса надходить на п'ятивалкові млини, що подрібнюють частки дисперсної фази, від чого загальна поверхня часток стає значно більшою.

На цій поверхні адсорбується вільне какао-масло. Отримана маса легко комкується при стискуванні її пальцями. Маса надходить у коншмашину, де її тривалий час обробляють (конширують – тривала механічна і теплова дія). У процесі конширування в шоколадну масу вводять другу частину какао-масла, що потрібна з рецептури.

Після конширування шоколадна маса перекачується в збірники для темперування. У них вона проохолоджується з температури 55–75 °С до 40–50 °С, при цій температурі зберігається якийсь час при інтенсивному перемішуванні.

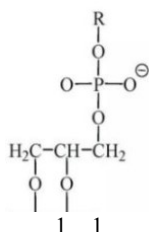
З рідкої шоколадної маси вироби одержують виливкою у різновиди форм. Для гарного заповнення форми бажано мати масу з невеликою в'язкістю. В'язкість шоколадної маси залежить від кількості какао-масла і температури. [6–9]

### Опис наукового обґрунтування алгоритму експериментального дослідження.

Таким чином, важливим технологічним показником шоколадної глазурованої продукції можна визначити реологічні властивості, а саме в'язкість глазури, яка залежить від: вологості, дисперсності шоколадної маси, вмісту в ній жиру і фізико-механічної міцності структурних утворень з твердих частинок [2]. Для ефективного зниження в'язкості при мінімально допустимій кількості жиру необхідно вводити речовини, що володіють гідрофільними і ліпофільними властивостями.

Гідрофільна  
голівка

Гідрофобні  
хвости



Холін

Фосфати

Гліцерин

Жирні  
кислоти

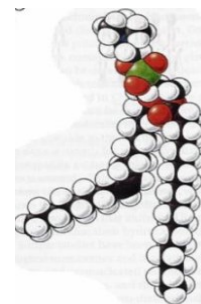


Рис. 2. Особливості будови харчових емульгаторів на прикладі лецитину



масла какао і (або) жирів – замінників масла какао або без них, цукру і (або) замінників та інших харчових компонентів. Приклади рецептур різновидів глазурей як кондитерських напівфабрикатів з урахуванням кількості сухих речовин представлені у таблиці 1 за видами їх класифікації-ідентифікації 1 – шоколадна; 2 – молочна; 3 – біла шоколадна; 4 – кондитерська; 5 – цукрова.

Какао-масло має властивість поліморфізму. У готових виробках, здатних до зберігання, какао-масло повинно знаходитися тільки в стабільній  $\beta$ -формі. Тому перед формуванням проводять процес темперування шоколадної маси. Темперування – це створення центрів кристалізації какао-масла у всьому об'ємі. Досягається це охолодженням маси до температури початку твердіння, тобто  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ , з визначеною швидкістю при інтенсивному перемішуванні.

Недотримання цієї умови викликає жирове «посивіння» шоколаду. Жирове «посивіння» – це мимовільний перехід нестабільних твердих форм какао-масла в стабільну кристалічну форму на поверхні виробу. Сірий наліт на поверхні робить враження цвілі, хоча така маса зовсім доброякісна і нешкідлива. Таким чином, метою темперування є усунення жирового «посивіння» шоколаду.

Жирове «посивіння» не виникає, якщо в об'ємі маси рівномірно створені кристали стійкої  $\beta$ -форми какао-масла. Для цього шоколадну масу швидко охолоджують до температури  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а потім повільно знижують температуру до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  при інтенсивному перемішуванні. При температурі  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  масу витримують, не припиняючи перемішування. Темперування шоколадної маси проводять у кристалізаторах безперервної дії, що називають темперуючими машинами (рис. 5 та рис. 6).

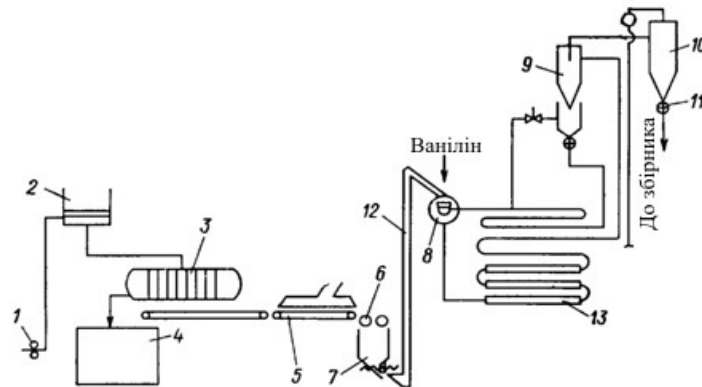


Рис. 5. Технологічна схема виробництва какао-масла і какао-порошку:  
1 – насос; 2 – дозатор; 3 – прес; 4 – збірник; 5 – конвеєр; 6 – дробарка; 7 – охолоджуюча камера; 8 – штифтовий млин; 9 – класифікатор; 10 – циклон; 11 – шлюзовий затвор; 12 – норія; 13 – охолоджувач.



Рис. 6. Приклад технологічної схеми виробництва какао-масла і какао-порошку

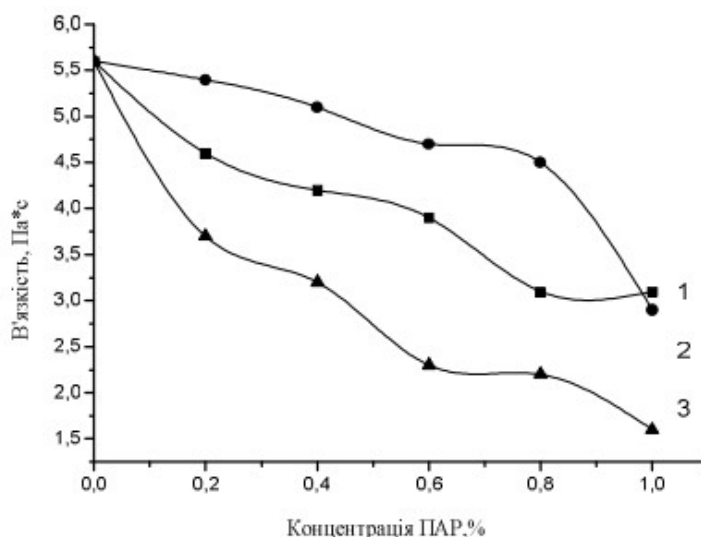


Рис. 7. Залежність в'язкості глазури від концентрації та різновиду ПАР:  
1 – лецитин; 2 – моногліцериди; 3 – суміш моно-, ди- і тригліцеридів

Таблиця 2 – Загальна класифікація-ідентифікація математичних моделей для різновидів розроблених глазурей

Вид	Математичні моделі для різновидів глазурей
1	Лінійна модель $y = b(0) + b(1) \cdot x$ $y = 5.32381 - 2.41429 \cdot x$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $4.74386 \leq b_0 \leq 5.90376$ ; $-3.37204 \leq b_1 \leq -1.45653$ Квадратична модель $y = b(0) + b(1) \cdot x + b(2) \cdot x^2$ . $y = 5.56786 - 4.24464 \cdot x + 1.83036 \cdot x^2$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $4.96038 \leq b_0 \leq 6.17533$ ; $-7.10168 \leq b_1 \leq -1.38760$ ; $-0.91207 \leq b_2 \leq 4.57278$ Модель вичерпання $y = b(1) \cdot e^{-b(2) \cdot x}$ $y = 5.45360 \cdot e^{-0.60612 \cdot x}$ Довірчі інтервали для параметрів моделі: $4.62509 \leq b_1 \leq 6.28211$ ; $0.29410 \leq b_2 \leq 0.91814$
2	Лінійна модель $y = b(0) + b(1) \cdot x$ $y = 5.91190 - 2.40714 \cdot x$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $5.02681 \leq b_0 \leq 6.79700$ ; $-3.86883 \leq b_1 \leq -0.94546$ Квадратична модель $y = b(0) + b(1) \cdot x + b(2) \cdot x^2$ . $y = 5.53393 + 0.42768 \cdot x - 2.83482 \cdot x^2$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $4.62789 \leq b_0 \leq 6.43996$ ; $-3.83353 \leq b_1 \leq 4.68889$ ; $-6.92508 \leq b_2 \leq 1.25544$ Модель вичерпання $y = b(1) \cdot e^{-b(2) \cdot x}$ $y = 5.92330 \cdot e^{-0.48486 \cdot x}$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $4.13140 \leq b_1 \leq 7.71521$ ; $-0.10774 \leq b_2 \leq 1.07746$
3	Лінійна модель $y = b(0) + b(1) \cdot x$ . $y = 4.94048 - 3.66429 \cdot x$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $3.85222 \leq b_0 \leq 6.02873$ ; $-5.46148 \leq b_1 \leq -1.86709$ . Квадратична модель $y = b(0) + b(1) \cdot x + b(2) \cdot x^2$ . $y = 5.43750 - 7.39196 \cdot x + 3.72768 \cdot x^2$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $4.46198 \leq b_0 \leq 6.41302$ ; $-11.97995 \leq b_1 \leq -2.80397$ ; $-0.67626 \leq b_2 \leq 8.13161$ Модель вичерпання $y = b(1) \cdot e^{-b(2) \cdot x}$ $y = 5.36404 \cdot e^{-1.29051 \cdot x}$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $4.09704 \leq b_1 \leq 6.63104$ ; $0.64211 \leq b_2 \leq 1.93891$

Основні показники технологічної якості шоколадної глазури, що регламентовані у нормативній документації, можна умовно розділити на кількісні: в'язкість, стабільність, температура використання та якісні (зовнішній вигляд та органолептичні показники). Саме кількісні показники були визначені для отриманих нами шоколадних глазурей при різних концентраціях поверхнево-активних речовин (ПАР), яка коливалася в межах 1–1,0% (мас.), з подальшим встановленням між ними певної залежності (табл. 2).

У якості рослинного антиоксиданту для представлених композицій можна рекомендувати

використовувати, наприклад, екстракти з рослинної сировини та ін. [10–12]. Стабілізована композиція є стійкою до окиснення та призначена для використання у харчовій промисловості.

Необхідність аналізу процесів виробництва какао-масла і раціонального додавання його в рецептуру шоколаду обґрунтовується наступними міркуваннями. У шоколадній масі для виготовлення з неї виробів кількість какао-масла 34–36 %, а для глазури – небагато більше (для забезпечення більшої її плинності). У какао тертому розрахункова кількість какао-масла 54 %, а якщо врахувати, що в шоколаді міститься ще й цукор у співвідношенні з какао

тертим приблизно 2 : 1, то виявиться, що какао-масла буде не більш як 18 %. Отже, для забезпечення у шоколаді 35–38 % какао-масла, його необхідно вводити у додатково, готуючи шоколадну масу.

Функціональні харчові продукти створюються з використанням біологічно активних добавок до їжі, до яких відносять природні фосфоліпіди рослинного походження, що володіють унікальним поєднанням поліфункціональної фізіологічної активності з широким спектром технологічних властивостей [2–6]. Наприклад, технологія виробництва – рослинного лецитину, яка полягає в прямому екстракційному очищенні рослинних фосфоліпідів, отриманих при переробці насіння соняшнику [6].

У промислових продуктах часто присутні і нефосфатидні з'єднання, такі як стероїди, вітамін Е і вільні жирні кислоти. Властивості лецитинів представляють собою усереднені властивості компонентів суміші [7–9]. Спрощений механізм дії лецитину як БАР в шоколадній масі розглядають в його здатності полегшувати ковзання твердих частинок цукру, сухого молока та інших рецептурних компонентів в какао-маслі відносно один одного. При введенні лецитину його молекули, приєднуючись до гідрофільних ділянок на поверхні твердих частинок, утворюють адсорбційні шари. Залишки гліцеридів, звернені в зовнішню сторону, взаємодіють з дисперсійним середовищем – какао маслом. Зміна природи поверхні частинок призводить до ослаблення сил їх взаємодії, рухливість частинок зростає і в'язкість знижується.

Розріджувана здатність лецитину залежить як від кількісного вмісту фосфоліпідів (чим їх більше, тим розріджувана здатність вище), так і від хімічного складу самого фосфоліпідного комплексу. Чим більше в складі лецитину фракції фосфатидилхоліну, тим його дія на зниження пластичної в'язкості буде вища. Фосфатидилетаноламін ефективно впливає на межу плинності, що можна дослідити за реологічними дослідженнями. Різновиди глазурі також відрізняються якістю, властивостями, смаком, кольором та призначенням. В складі глазурі при формуванні якості важливу роль відіграють жири – замінники масла какао, какао порошки, сухі молочні інгредієнти і поверхнево-активні речовини (рис. 7).

Як відомо [10–12] властивості та якість шоколадних виробів залежить:

- 1) від біологічного виду і місцевості, де вирощували какао-боби;
- 2) від хімічного складу какао-бобів, що корелює зі ступенем їх стиглості;
- 3) технології попередньої обробки сировини – какао-бобів – ферментації і сушіння на плантаціях;
- 4) особливостей та можливостей технології добування какао-тертого і какао масла;
- 5) ієрархії послідовності змішування компонентів рецептури виробів та режимів темперування какао-тертого;
- 6) режимів коншування та вибору відповідного сучасного обладнання;

7) вибору раціональних умов технологічних процесів виробництва на всіх його стадіях.

8) температура плавлення какао-масла: початкова – 31–34 °С, кінцева 33–36 °С, температура застигання 23–28 °С; при температурі нижче 23 °С какао-масло набуває кристалічної структури, стає крихким і розсіпчастим; масова частка сухих речовин 99,9 %, кислотне число, мг КОН в 1г жиру 0,9, щільність 0,913 г / см<sup>3</sup>;

9) основна маса какао-масла складається з тригліцеридів, причому вони різнокислотні, тобто в них гідроксили гліцерину етерифіковані двома або трьома кислотами, в основному містяться пальмітинова і стеаринова кислоти, кількість кислот залежить від місця зростання;

10) какао-масло дуже стійке до окислення киснем: до складу какао-масла входить хлорогенова кислота – найсильніший природний антиоксидант, тому какао-масло зберігається довгий час без прогоркання;

11) властивість какао-масла: поліморфізм – при незмінному хімічному складі какао-масло утворює кілька модифікацій (5-форм), які мають різні температури застигання і плавлення, всі ці форми можуть переходити одна в одну, крім стабільної β1-форми.

#### **Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.**

Розглянуто наукове обґрунтування можливого впливу деяких технологічних параметрів на реологічні характеристики різновидів шоколадних глазурей.

Визначено порядок дослідження системи вибору раціональних параметрів технології виробництва різновидів глазурей.

Запропоновано методику реологічних досліджень, порівняння ефективності і впливу альтернативних ПАР і стандартного лецитину на реологічні властивості композицій на основі какао-масла. У якості альтернативних ПАР були обрані моногліцериди і суміш моно-, ди- і тригліцеридів, отримані з пальмового масла методом гліцеролізу в присутності лужного каталізатора.

#### **Список літератури**

1. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах [текст] / Бухкало С.І., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.О. та ін. Підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2011, 832 с.
2. Modified lecithin, preparation thereof, and use as an antioxidant E Decker - US Patent App. 16/008,227, 2018.
3. Руднева Л.Л., Бухкало С.І. Перспективні напрямки використання продуктів переробки олійної сировини у виробництво олієжирових та косметичних продуктів / Програма та матеріали III Міжн. н-т конф. («Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей в контексті євроінтеграції»). – К.: НУХТ, 2015. – С. 151–152.



4. Руднева Л.Л. Розробка та дослідження комплексної переробки відходів насіння / Руднева Л.Л., Бухкало С.І. // *Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2015 («Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»), 20-22 травня 2015 р., Ч. II.* – Харків: НТУ «ХП». – С. 302.
5. Руднева Л.Л. Складові використання та дослідження відходів переробки насіння соняшника / Л.Л. Руднева, С.І. Бухкало // *Матеріали XXV Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2017 («Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»), Ч. III.* – Харків: НТУ «ХП». – С. 53.
6. Руднева Л.Л., Бухкало С.І., Лакіза О.В., Черваков О.В. Рослині воски як модифікатори властивостей еластомерних і полімерних матеріалів. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii* (1), 90–100, 2021.
7. Земелько М.Л., Черваков О.В., Манк В.В. Вплив поверхнево-активних речовин на реологічні властивості шоколадних глазурей. *Харчова промисловість*, 2015. № 17. – С. 35–39.
8. Дослідження впливу модифікованих жирів на властивості шоколадних мас / М.Л. Земелько, О.С. Кондратенко, О.В. Черваков, В.В. Манк // *Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості: міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю НУХТ, 13-17 жовтня 2014 р.* – К.: НУХТ, 2014. – С. 316.
9. Реологические свойства композиций на основе какао-масла / М.Л. Кушнир, О.В. Черваков, Е.А. Корецкая, В.В. Манк // *Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей: програма і матеріали другої міжнародної н-т конференції*, 20-21 березня 2013 р. – К.: НУХТ, 2013. – С. 144.
10. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] / Бухкало С.І., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Білоус О.В. та ін. Підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2016, 470 с.
11. Білоус О.В., Демидов І.М., Бухкало С.І. Розробка комплексного антиоксиданту із екстрактів листя горіху волоського та календули // *Eastern-European journal of enterprise technologies – PC “TECHNOLOGY CENTER”* 2015. № 1/6 (73). – С. 22–26.
12. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhhalo, S. Development of a food antioxidant complex of plant origin. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, (2019). 6(11(102)),66-  
doi:<http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442>
13. Говоров П.П., Бухкало С.І., Кіндінова А.К. Системи світлотехніки на шляху розповсюдження COVID-19. XXIX Міжн. н-практ. конф. «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (MicroCAD-2021) 18-20 травня 2021 р.: у 5 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». С. 127.
14. Бухкало С.І., Говоров П.П., Кіндінова А.К., Гришина І.М. Екологічна безпека світлотехніки на шляху COVID-19. XXIX Міжн. н-практ. конф. «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (MicroCAD-2021) 18-20 травня 2021 р.: у 5 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». С. 116.
15. Говоров П.П., Бухкало С.І., Кіндінова А.К. Медико-біологічні аспекти на шляху розповсюдження COVID-19. Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти матеріали II Міжн. н-практичної конференції, 22–23 квітня 2021 р./ред. колегія А. В. Кіпенський, О. В. Білоус [та ін.]. – Харків: Друкарня Мадрид, 2021. – С. 102–106.: ISBN 978-617-7988-44-0
16. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проектів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII Міжн. н-практ. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». С. 217.
17. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 456 с.
18. Бухкало С.І. Особливості розробки об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. XXV Межд. н-практ. конф. «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье» (MicroCAD-2018) 17-19 мая 2018. X.: Ч. II, с. 201.
19. Bukhhalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu. N., Miroshnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ *Вісник НТУ «ХП».* – X.: НТУ «ХП», 2019. – № 15(1340). – С. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
20. Бухкало С.І. Структура потоків комплексного підприємства XXV Межд. н-практ. конф. «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье» (MicroCAD-2017) 17-19 мая 2017. X.: Ч. III, – с. 14.
21. Бухкало С.І., Сериков А.В., Ольховская О.И. и др. Об утилизации полимерных отходов как комплексе инновационных проектов / С.І. Бухкало, А. В. Сериков, О.И. Ольховская и др.// *Вісник НТУ «ХП».* – X.: НТУ «ХП». 2012. – № 10. – с. 160–166.
22. Бухкало С.І., Гардер С.Е., Ольховская О.И. и др. Регулирование эффективности ресурсо- и энергосбережения на комплексных предприятиях по переработке отходов // *Вісник НТУ «ХП».* – X.: НТУ «ХП». 2012. – № 10. – с. 72–80.
23. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] / Бухкало С.І., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Капустенко П.О. та ін. Підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2011, 832 с.
24. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (приклади та тести), 2-ге вид. доп. Ч. 2. [текст] Підручник з грифом МОН. Київ «Центр учбової літератури»: 2018, 108 с.
25. Минифай Б.У. Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия / пер. с англ. под общ. науч. ред. Т.В. Савенковой. – СПб.: Профессия, 2008. – 816 с.
26. Нечаев А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
27. Олейникова А.Я. Технология кондитерских изделий / А.Я. Олейникова, Л.М. Аксенова, Г.О. Магомедов. – СПб.: РАПП, 2010. – 672 с.

#### Bibliography (transliterated)

1. Pilipenko O.E. Rozvitok harchovoї promislovosti 1. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zada-chah [tekst] / Buhkalo S.I., Tovazhnjans'kij L.L., Kapustenko P.O. ta in. Pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoї literaturi»: 2011, 832 p.
2. Modified lecithin, preparation thereof, and use as an antioxidant E Decker - US Pa-tent App. 16/008,227, 2018.
3. Rudneva L.L. Perspektivni naprjamki vikoristannja produktiv pererobki olijnoї sirovini u virobnictvo oliezhirovih ta kosmetichnih produktiv / L.L. Rudneva, S.I.

- Buhkalo // Programa ta materiali III Mizhnarodnoi naukovo-tehnichnoi konferencii («Perspektivi rozvritku m jasnoi, molochnoi ta oliezhirovoi galuzej v konteksti evrointegracij»). – K.: NUHT, 2015, – pp.151–152.
4. Rudneva L.L. Rozrobka ta doslidzhennja kompleksnoi pererobki vidhodiv nasin-nja / Rudneva L.L., Buhkalo S.I. // Materiali XXIII Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2015 («Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja»), 20-22 travnja 2015 r., Ch. II. – Kharkiv: NTU «KhPI». – P. 302.
  5. Rudneva L.L. Skladovi vikoristannja ta doslidzhennja vidhodiv pererobki na-sinnja sonjashnika / L.L. Rudneva, S.I. Buhkalo // Materiali XXV Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2017 («Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja»), Ch. III. – Kharkiv: NTU «KhPI». – P. 53.
  6. Roslini voski jak modifikatori vlastivostej elastomernih i polimernih ma-terialiv. Rudneva L.L., Buhkalo S.I., Lakiza O.V., Chervakov O.V. Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii (1), 90–100, 2021.
  7. Zemel'ko M.L., Chervakov O.V., Mank V.V. Vpliv poverhnevo-aktivnih rechovin na reologichni vlastivosti shokoladnih glazurej. Harchova promislolist', 2015. № 17. – P. 35.
  8. Doslidzhennja vplivu modifikovanih zhiriv na vlastivosti shokoladnih mas / M.L. Zemel'ko, O.S. Kondratenko, O.V. Chervakov, V.V. Mank // Novi idej v harchovij na-uci – novi produkti harchovij promislivosti: mizhnarodna naukova konferencija, pris-vjachena 130-ricchju NUHT, 13-17 zhovtnja 2014 r. – K. : NUHT, 2014. – P. 316.
  9. Reologicheskie svojstva kompozicij na osnove kakao-masla / M.L. Kushnir, O.V. Chervakov, E.A. Koreckaja, V.V. Mank // Tehnichni nauki: stan, dosjagnennja i perspektivi rozvritku m'jasnoi, oliezhirovoi ta molochnoi galuzej : programa i materiali drugoi mizhnarodnoi n-t konferencii , 20-21 bereznja 2013 r. – K.: NUHT, 2013. – P. 144.
  10. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zada-chah (innovacijni zahodi) [tekst] / Buhkalo S.I., Tovazhnjanskij L.L., Bilous O.V. ta in. Pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2016, 470 p.
  11. Bilous O.V., Demidov I.M., Buhkalo S.I. Rozrobka kompleksnogo antioksidan-tu iz ekstraktiv listja gorihu volos'kogo ta kalenduli // Eastern-European journal of enterprise technologies – PC “TECHNOLOGY CENTER” – 2015. № 1/6 (73). – C. 22–26.
  12. Bilous, O., Sytnik, N., Buhkalo, S. Development of a food antioxidant complex of plant origin. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, (2019). 6(11(102)),66-73. doi:http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442
  13. Govorov P.P., Buhkalo S.I., Kindinova A.K. Sistemi svitlotekhniki na shljahu rozpovsjudzhennja COVID-19. XHIIH Mizhn. n-prakt. konf. «Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja» (MicroCAD-2021) 18-20 travnja 2021 r.: u 5 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola E.I. – Harkiv: NTU «HPI». S. 127.
  14. Buhkalo S.I., Govorov P.P., Kindinova A.K., Grishina I.M. Ekologichna bezpeka svitlotekhniki na shljahu COVID-19. XHIIH Mizhn. n-prakt. konf. «Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja» (MicroCAD-2021) 18-20 travnja 2021 r.: u 5 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI». S. 116.
  15. Govorov P.P., Buhkalo S.I., Kindinova A.K. Mediko-biologichni aspekti na shljahu rozpovsjudzhennja COVID-19. Zdorov'ja nacii i vdoskonalennja fizkul'turno-sportivnoi osviti materiali II Mizhn. n-praktichnoi konferencii, 22–23 kvitnja 2021 r./red. kolegija A. V. Kipens'kij, O. V. Bilous [ta in.]. – Kharkiv: Drukarnja Madrid, 2021. – S. 102–106.: ISBN 978-617-7988-44-0
  16. Buhkalo S.I. Vznachennja zagal'noi tehnologii kompleksnih kursovih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HHVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), 15–17 maja 2019 r.: u 4 ch. Ch. II. / za red. prof. Sokola E.I. – Harkiv: NTU «KhPI». S. 217.
  17. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. – 456 p.
  18. Buhkalo S.I. Osoblivosti rozrobki ob'ektiv intelektual'noi vlasnosti zi studentami. XXV Mezhd. n-prakt. konf. «Informacionnye tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, obrazovanie, zdorov'e» (MicroCAD-2018) 17–19 maja 2018. Kh.: Ch. II, p. 201.
  19. Buhkalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., Hlavcheva Yu., Mirosnichenko N.N., Olkhovska O.I., Zipunnikov M.M., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Visnik NTU «KhPI». Kh.: NTU «KhPI», 2019. № 15(1340), pp. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
  20. Buhkalo S.I. Struktura potokiv kompleksnogo pidpriemstva XHV Mezhd. n-prakt. konf. «Informacionnye tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, obrazovanie, zdorov'e» (MicroCAD-2017): Ch. III, – p. 14..
  21. Buhkalo S.I., Serikov A.V., Ol'hovskaja O.I. i dr. Ob utilizacii polimernyh othodov kak komplekse innovacionnyh proektiv. Visnik NTU «KhPI». 2012. № 10, pp. 160–166.
  22. Buhkalo S.I., Garder S.E., Ol'hovskaja O.I. i dr. Regulirovanie jeffektivnosti resurso- i jenergosberezhenija na kompleksnyh predpriyatjah po pererabotke othodov // Visnik NTU «KhPI». 2012. № 10, pp 72–80.
  23. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] / Buhkalo S.I., Tovazhnjanskij L.L., Kapustenko P.O. ta in. Pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2011, 832 p.
  24. Buhkalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi), 2-ge vid. dop. Ch. 2. [tekst] Pidruchnik z grifom MON. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2018, 108 p.
  25. Minifaj B.U. Shokolad, konfety, karamel' i drugie konditerskie izdelija / per. s angl. pod obshh. nauch. red. T.V. Savenkovej. – SPb. : Professija, 2008. – 816 p.
  26. Nechaev A.P. Pishhevaja himija / A.P. Nechaev, S.E. Traubenberg, A.A. Kochetkova. – SPb. : GIORD, 2003. – 640 p.
  27. Olejnikova A.Ja. Tehnologija konditerskih izdelij / A.Ja. Olejnikova, L.M. Aksenova, G.O. Magomedov. – SPb. : RAPP, 2010. – 672 p.

*Надійшла (received) 19.05.2021*



*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Бухкало Світлана Іванівна (Бухкало Светлана Ивановна, Bukhhalo Svetlana Ivanovna)** – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1389-6921>; e-mail: bis.khr@gmail.com

**Земелько Марія Леонідівна (Земелько Мария Леонидовна, Mariia Zemelko)** – викладач кафедри технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро, Україна;

e-mail: [kushnir2609@gmail.com](mailto:kushnir2609@gmail.com)

**S. I. BUKHALO, MARIIA ZEMELKO****INVESTIGATION OF INFLUENCE OF CERTAIN TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CHOCOLATE GLAZES**

Chocolate glaze is a large-tonnage component of various branches of food technology, which also performs important technological tasks, namely: helps to slow down oxidation processes; improving emulsifying and dispersing properties; prevents hardening of certain types of products; prevents the ingress of moisture, which increases the shelf life of the confectionery, etc. At the first stage, the main problems of production of the confectionery industry are determined - they require a scientific justification for the choice of competitive components of production technology, taking into account quality-cost indicators. Next, for the specified parameters of the production technology determine the components of the formulation of chocolate glazes. As an example, the results of studies of selected technological parameters of some compositions of chocolate glazes, a comparative analysis of their effectiveness on the rheological properties of compositions based on cocoa butter: alternative surfactants - standard lecithin - alternative surfactants - monoglycerides and a mixture of mono-, di- and triglycerides from palm oil by glycerolysis in the presence of an alkaline catalyst. Analysis of the system of results and calculation equations allowed to offer recommendations for the intensification of production processes: the introduction of synthesized surfactants in the amount of 0.3-0.6% effectively reduces the viscosity of compositions based on cocoa butter, which, in turn, makes it possible to use them for partial replacement of lecithin in the manufacture of confectionery.

**Key words:** chocolate glazes, rheological characteristics, surfactants, correlation, intensification of technological processes.

**С. И. БУХКАЛО, М. Л. ЗЕМЕЛЬКО****ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШОКОЛАДНЫХ ГЛАЗУРЕЙ**

Шоколадная глазурь – крупнотоннажный компонент для разновидностей отраслей пищевой технологии, который также выполняет важные технологические задачи, а именно: способствует замедлению процессов окисления; улучшению эмульгирующих и диспергирующих свойств; предотвращает очерствение отдельных видов продукции; препятствует попаданию влаги, чем увеличивает срок годности кондитерского изделия и др. На первом этапе определяются основные проблемы производства кондитерской отрасли – они требуют научного обоснования выбора конкурентоспособных составляющих технологии производства продукции с учетом показателей качество-себестоимость. Далее для заданных параметров технологии производства определяют составляющие рецептуры шоколадных глазурей. В качестве примера представлены результаты исследований выбранных технологических параметров некоторых композиций шоколадных глазурей сравнительный анализ эффективности их воздействия на реологические свойства композиций на основе какао-масла: стандартный лецитин – альтернативные ПАВ – моноглицериды и их смесь моно-, ди- и триглицериды, синтезированные из пальмового масла методом глицеролиза в присутствии щелочного катализатора. Анализ полученных результатов и расчетных уравнений позволил предложить рекомендации по интенсификации процессов производства: введение синтезированных ПАВ в количестве 0,3–0,6%, что эффективно снижает вязкость композиций на основе какао-масла, и, в свою очередь, дает возможность использовать их для частичной замены лецитина при производстве кондитерских изделий.

**Ключевые слова:** шоколадные глазури, реологические характеристики, поверхностно-активные вещества, интенсификация технологических процессов.