

С. І. БУХКАЛО, М. Л. ЗЕМЕЛЬКО

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ ШОКОЛАДНОЇ МАСИ НА ЇЇ ВЛАСТИВОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ДЛЯ РІЗНОВИДІВ ГАЛУЗЕЙ

Продовжено дослідження математичних моделей різновидів шоколадних мас як об'єкта харчових виробництв та технологій з метою вивчення реологічних характеристик. Визначені важливі технологічні завдання, а саме: сприяння уповільненню процесів окиснення; поліпшення емульгуючих та диспергуючих властивостей; запобігання окисленню окремих видів продукції; перешкодження попаданню вологи, що збільшує термін придатності кондитерського виробу та ін. На другому етапі визначаються основні проблеми – наукове обґрунтування рецептурних складових технології виробництва продукції з урахуванням показників якості-собівартість. Далі для заданих параметрів технології виробництва визначають складові рецептури шоколадних мас. Аналіз отриманих результатів та розрахункових рівнянь дозволив запропонувати рекомендації щодо інтенсифікації процесів виробництва, що ефективно знижує в'язкість композицій на основі какао-масла, та, у свою чергу, дає можливість використовувати їх для часткової заміни лецитину при виробництві конкурентоспроможної харчової продукції. Таким чином, на підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що жир для глазури необхідно вибирати з урахуванням його фізичних властивостей та можливості регулювання реологічних властивостей глазури. Швидкість кристалізації жирів повинна дозволити глазури швидко кристалізуватися після накладання і не розколюватися.

**Ключові слова:** математичні моделі програмування властивостей різновидів шоколадних мас, конкурентоспроможність, реологічні характеристики, інтенсифікація технологічних процесів.

**Вступ.** Актуальність проведення комплексного наукового дослідження шоколадних мас обумовлена необхідністю вдосконалення методів та наукових підходів для їх застосування у різновидах галузей харчових технологій. Виникла нагальна потреба у комплексних дослідженнях властивостей нетрадиційних сировинних компонентів і готових виробів, розробці критеріїв оцінки їх якості та науковому обґрунтуванні термінів придатності. проведення аналізу, а також безпеки досліджених видів продукції із застосуванням шоколадних мас:

- теоретичні та науково-практичні дослідження нетрадиційного виду сировини, а також харчових добавок функціональної дії для розробки рецептур,
- розробка нових видів сировини, що дозволяють максимально стабілізувати якість та безпеку при зберіганні,
- виявлення ролі нетрадиційних та нових видів сировини, харчових добавок у механізмі черствіння та обґрунтування способів регулювання їх структурно-механічних властивостей,
- вибір та дослідження впливу основних жирових компонентів, що формують споживчі властивості різновидів виробів за галузями,
- розробка системи забезпечення якості різновидів виробів при виробництві та зберіганні,
- створення на базі експериментальних розробок виробів покращеної якості та підвищеної харчової цінності,
- забезпечення безпеки споживання різновидів продукції на основі системно-комплексного підходу до формування їх споживчих властивостей,
- визначення шляхів реалізації розроблених технічних рішень на підприємствах різновидів галузей.

Технологічні рішення мають бути такими, щоб забезпечити необхідну якість шоколадних мас для різновидів галузей харчової промисловості. Цього можна досягти з допомогою подальшої розробки різновидів нормативно-технічної документації (НТД).

Наприклад, відповідні розробки створення виробів покращеної якості на основі використання сировини підвищеної харчової та біологічної цінності, встановлені способи їх виробництва [1–3].

Таблиця 1. Деякі складові дослідження

№	Класифікація-ідентифікація деяких складових дослідження за висновками з літературного огляду
1	Визначення ієрархії огляду літератури за визначеним алгоритмом дослідження.
2	Визначення різновидів шоколадних мас для дослідження.
3	Класифікації-ідентифікація різновидів моделей дослідження шоколадних мас для харчових галузей.
4	Наукове обґрунтування складових моделей дослідження за різновидами шоколадних мас.
5	Дослідження науково-технічної документації моделей шоколадних мас за їх властивостями.
6	Наукове обґрунтування складових моделей дослідження – наповнювачі для жиромісних продуктів
7	Наукове обґрунтування складових моделей дослідження – поліпшувачі різновидів властивостей.
8	Наукове обґрунтування складових моделей дослідження – поліпшувачі структури та властивості різновидів харчових продуктів
9	Визначення харчових добавок збереження якості продукції: консерванти, антиокислювачі, ароматизатори

З метою надання конкурентоспроможності своїй продукції виробники приділяють особливу увагу технології її розробки та забезпечення необхідних властивостей: структурно-механічних, реологічних, а також досягнення необхідних характеристик [2, 4].

**Аналіз літературних даних та відомості про технологію виробництва.** Об'єкт дослідження – шоколадна маса, як виріб для різновидів галузей харчової промисловості має характеристику харчового багатокомпонентного продукту, готового до використання, має певну задану форму, отриману

© Бухкало С.І., Земелько М.Л., 2022

у результаті технологічної обробки основних видів сировини – цукру і жирів, какао-продуктів, з додаванням або без додавання харчових інгредієнтів, харчових добавок і ароматизаторів [5–17].

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).

**Морозиво як приклад дослідження** застосування шоколадних мас, які одержують шляхом збивання й заморожування молочних або фруктово-ягідних сумішей із цукром, стабілізатором, а для деяких видів – також смаковими й ароматичними наповнювачами (табл. 2).

Морозиво багате на вуглеводи (від 14% у молочновіршкових видах і до 30% у фруктово-ягідних видах), жири (у пломбрі й тортах з морозива – до 17%, у молочному – 15%), білки (4,5% у вигляді казеїну, лактоальбуміну, лактоглобуліну), мінеральними солями (до 0,7%), а також вітамінами [2, 4].

Калорійність молочних, овочевих і фруктових видів морозива становить 5607–6162 кДж/кг, вершкового до – 8360 кДж/кг, пломбіру – 10133 кДж/кг. Консистенція й структура його повинні бути однорідними, без відчутних кристалів льоду, грудочок жиру й стабілізатора. У відповідності зі стандартом, морозиво повинно мати солодкий, чистий, характерний для кожного виду смак.

Таблиця 2. Вимоги до складу морозива

Морозиво	Вміст, %			Кислотність, °Т не більше
	жирів, не менш	цукру, не менш	сухих речовин	
Молочне: ванільне, горіхове, кавове, шоколадне й ін.	3,5	15	29	22
фруктово-ягідне	2,8	16	29	50
крем-брюле	3,5	15	31	22
з карамеллю	3	16	33	40
Вершкове: ванільне, горіхове, шоколадне, цукатове й ін.	10	14	34	22
фруктово-ягідне	8	15	33	50
крем-брюле	10	14	36	22
з карамеллю	9	15	38	40
Пломбір: кавовий шоколадний, з ізоном цукатовий, горіховий,	15	15	40	22
фруктово-ягідний	12	16	38	50
крем-брюле	15	15	42	22
з карамеллю	13,5	15	43	40
Фруктово-ягідне: різновиди.	–	27	30	70
Ароматичне: різновиди	–	25	25	70

Технологія морозива включає велику кількість рецептур з використанням різних видів сировини. Однак, при відсутності тієї або іншої сировини доводиться робити перерахунок компонентів для того, щоб забезпечити в суміші необхідне співвідношення жиру, сухого знежиреного залишку (СЗЗ), цукру та ін.

Глазур та шоколадна маса для морозива виробляються за рецептурами, представленими у таблиці 3. При цьому, масло повільно розігрівають при температурі 35 – 38 °С у котлах з паровим або водяним обігрівом. У розплавлене масло додають порошок какао або шоколадний кувертюр (порошок какао попередньо змішують із цукровою пудрою).

Всю масу ретельно перемішують і виливають із котла невеликими порціями у ванночки для глазурування. При температурі вище 40 °С суміш розділяється на складові частини й масло какао спливає. Така перегріта глазур погано лягає на морозиво. Повторний розігрів надає глазури неприємний смак жиру, тому її готують у кількості, що не перевищує денної потреби.

Таблиця 3. Рецептури шоколадної глазури, г на 1 кг

Компонент	Номер рецептури		
	1	2	3
Шоколад кувертюр	–	450	–
Масло какао	65	–	–
Сахарна пудра	195	–	195
Порошок какао	90	–	90
Масло вершкове несолоне, вищий сорт	675	675	740

Глазур як складову технології морозива зазвичай визначають як напівфабрикат, її також можуть використовувати для декорування, внесення в масу морозива рослинні жири та олії з відповідними фізико-хімічними показниками, або вершкового масла, або їх сумішей, а також цукру, какао-продуктів, сухих молочних продуктів та інших інгредієнтів та речовин, або ж з цукру, овочів та фруктів або продуктів їх переробки та/або ароматизаторів з додаванням стабілізаторів та інших компонентів.

Глазур для виробництва морозива, відповідно до різновидів НТД, залежно від наповнювачів поділяють на: шоколадну; шоколадну з підвищеним вмістом вологи; молочно-шоколадну; молочно-шоколадну з лецитином; вершково-кремову; крем-брюле; шоколадну з горіхами; горіхову; овочеву, плодово-ягідну; ароматичну; шоколадну з кондитерським жиром; шоколадну з кокосовим чи пальмовим жиром; напівфабрикат-глазур кондитерську для морозива; ароматичну з кондитерським жиром; фруктову; сокове покриття; ароматичне покриття.

Під час технологічних процесів виготовлення глазури може бути, наприклад, охолоджена й насичена повітрям. Глазурувати морозиво можна і шоколадною масою – напівфабрикат вершкового масла з додаванням какао-порошку і/або какао тертого і/або масла-какао та містить какао-продуктів не менше ніж 25 %.

Отримана глазур повинна бути однорідною, без грудочок та органолептичне відчуття частинок цукру, какао-порошку, горіхів, овочів, плодів та ягід. Мікробіологічні та органолептичні показники глазури, яку постачають на підприємство як готовий напівфабрикат, повинні відповідати вимогам НТД. Смак та аромат глазури повинен бути чистим, притаманним даному виду глазури.

Вміст жиру у глазури варіює в межах від 55 % до 70 %. Глазур повинна бути хрусткою та швидко і повністю танути у роті для виникнення гарного смакового відчуття у споживачів. Тому точка плавлення глазури повинна бути нижче 30 °С, інакше глазур не розплавиться при споживанні морозива, бо під час споживання температура в роті знижується.

Технологія приготування глазури залежить від виду жирової основи. Глазур на основі вершкового масла виготовляють, як правило, на підприємстві виробника морозива, а глазур на основі рослинних олій постачають на підприємства зі спеціалізованих цехів. Загальна технологія шоколадної глазури на основі вершкового масла (солонко-вершкового несоленого або любительського) передбачає попереднє розплавлення вершкового масла при температурі  $36 \pm 2$  °С з подальшим додаванням какао-порошку у суміші з цукром-піском або з цукровою пудрою, або з напівфабрикатом шоколадної глазури (за необхідності). Глазурування проводять при тій же температурі, що і виготовлення глазури. Для приготування глазури з підвищеним вмістом вологи попередньо готують цукровий сироп (концентрація цукрози 65 % або 75 %), вносять у нього при температурі  $75 \pm 5$  °С частину вершкового масла, потім решту цукру піску та суміш какао-порошку з залишками вершкового масла. Коли утворюється однорідна консистенція глазури, її пастеризують при температурі  $82 \pm 2$  °С протягом 10 хв та охолоджують до температури  $24 \pm 4$  °С для зниження в'язкості. Перед застосуванням глазур підігрівають до температури  $36 \pm 2$  °С.

У виробництві глазури на основі рослинних жирів передбачають такі основні технологічні операції: приймання та підготовка сировини, змішування та змелення компонентів, конширування, розведення та пастеризація глазури; темперування (для шоколадного покриття), охолодження та формування глазури. При глазуруванні морозива слід враховувати наступне. Глазур на поверхні повинна твердіти досить швидко, рівномірно, утворювати шар заданої товщини, не липнути до пакувального матеріалу та конвеєра. Товщина шару глазури суттєво залежить від режиму глазурування, її обирають відповідно до НТД.

Шоколадна маса – це тонко здрібнений напівфабрикат, який отримано змішуванням цукрової пудри з какао тертим, какао-маслом; можуть бути добавки – сухе молоко, сухі вершки, ядра горіхів, кава й ін. Різновидом шоколадної маси є шоколадна глазур або кувертур. Більшої текучості досягають шляхом збільшення жирності. У залежності від температури шоколадна маса може бути твердою – 32 °С і рідкою – температура понад 32 °С. Значення уявної в'язкості як

функції швидкості зсуву для глазурированої суспензії показано на рисунку 1.

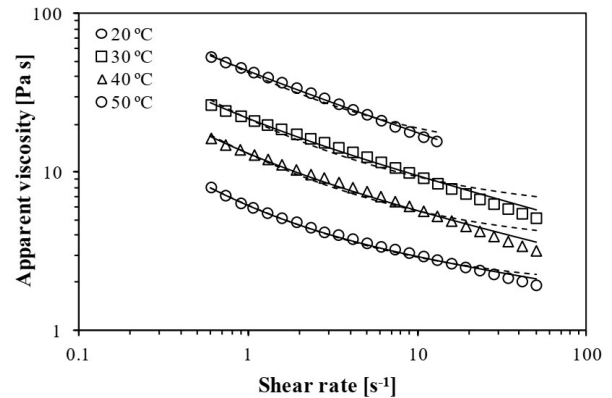


Рис. 1. Уявна в'язкість як функція швидкості зсуву для харчової глазури: – випадок Гершель-Балклі, --- випадок Кессон моделі GNB

За структурою рідка шоколадна маса – суспензія, у якій дисперсійним середовищем є какао-масло, а дисперсною фазою – цукрова пудра і тверді частки тертого какао. Форма кривих потоку вказує на поведінку розрідження при зсуві, де уявна в'язкість зменшується зі збільшенням швидкості зсуву за всіх температур. розрідження при зсуві може виникнути через руйнування структурних одиниць у харчовому продукті через гідродинамічні сили, що виникають під час зсуву. Беручи до уваги склад, то аналізована суспензія для глазурування має високий вміст сахарози (приблизно 80%). Якість шоколадних мас визначається дисперсністю. 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 %. Зберігається тенденція до здорового харчування, яка передбачає використання у складі харчових продуктів натуральних компонентів.

У сучасних технологіях виробництва жировмісних продуктів все частіше задовольняють потребу населення у біологічно повноцінних харчових продуктах та застосовують певні критерії функціональності, відповідно до яких знижують калорійності харчових систем та збагачують їх мікронутрієнтами. Джерелом макро- і мікронутрієнтів для організму людини є рослинна сировина. Додаткові інгредієнти рослинного походження в рецептурах збагачують продукти комплексами біологічно повноцінних компонентів. Задачі дослідження та постановка проблеми:

- класифікація-ідентифікація та вибір поверхнево-активних речовин із жирової сировини різної природи для застосування у складі шоколадної маси;
- класифікація-ідентифікація та вибір фракцій поверхнево-активних речовин рослинних компонентів (РК) для застосування у складі шоколадної маси;
- ієрархія технології за особливостями складових розробки рецептури шоколадної маси з рослинними компонентами;

- ієрархія технології за особливостями складових розробки рецептури шоколадної маси з технологічно-функціональними інгредієнтами;

- оптимізація технологічних режимів виробництва шоколадних мас з технологічно-функціональними інгредієнтами;

Особливості удосконаленої технології полягають у: застосуванні поверхнево-активних речовин із жирової сировини різної природи для виготовлення та використанні інгредієнтів рослинного походження у виробництві шоколадної маси підвищеної біологічної цінності. При цьому дисперсність часточок рослинних інгредієнтів впливає на однорідність консистенції шоколадної маси, але, наприклад, порошок із буряка є дрібнодисперсною системою і, на нашу думку, не буде викликати далі у шоколадній масі суттєвих вад (рис. 2: а) порошок буряка низькотемпературного розпилювального сушіння; б) порошок буряка криогенного сушіння; в) порошок буряка вакуумного сушіння; розмір часток фракції, мкм, а) 1 – < 20, 2 – 20–40, 3 – 40–60, 4 – 80–100, 5 –  $\geq 100$ ; б) 1 – < 10, 2 – 10–20, 3 – 20–30, 4 – 30–40, 5 – 40–50, 6 – 50–60, 7 – 60–70, 8 –  $\geq 80$ ; в) 1 – < 20, 2 – 20–40, 3 – 40–60, 4 – 60–80, 5 – 80–100, 6 – 100–120, 7 – 120–140, 8 –  $\geq 140$ ) [16].

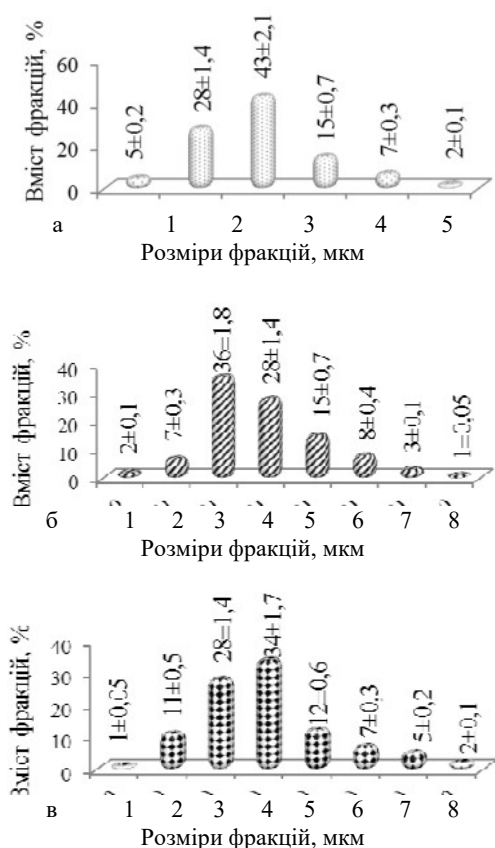


Рис. 2. Приклад зміни гранулометричного складу різновидів РК відповідно до способу виробництва

Встановлені дослідниками [16] середні розміри РК є дрібнодисперсними системами (для а) відповідно 40–60, б) – 30–40, в) – 40–80) і не викликають вад

консистенції шоколадної маси нашого виробництва. Слід відзначити, що сухі РК перед внесенням до харчових систем відновлюють у деяких випадках, тому автори дослідили процес набухання РК залежно від тривалості (до 70 хв) і температури (від 35 до 85 °С) витримання у традиційній для відновлення молочної сировини – знежиреному молоці. За результатами проведеного дослідження встановлено рекомендовані режими набухання РК: для кріопорошку з буряка температура має становити 55–65 °С із тривалістю гідратації впродовж 20–30 хв. З метою уникнення негативного впливу вказаних температурних режимів набухання кріопорошку з буряка на колір кінцевого продукту, досліджено вплив рН середовища на зміну інтенсивності та відтінку забарвлення декантованих розчинів гідратованої добавки. Доведено можливість використання кріопорошку з буряка за температури його набухання 55–65 °С, оскільки розчини, що містять пігменти, не втрачають інтенсивність забарвлення впродовж зберігання і характеризуються переважанням бетаціанінів (відтінок менше 1,0) рН у межах 6,25–6,35.

**Експериментальна частина дослідження** впливу харчової добавки на якість шоколадної глазурі визначили за інноваційним вибором емульгаторів, наприклад, качинового та свинячого жирів у визначених співвідношеннях. Виробництво асортименту низькокалорійної конкурентоспроможної продукції різновидів галузей харчової промисловості з високими споживчими властивостями можливе лише за умови науково обґрунтованого підбору та ефективного використання емульгуючих, стабілізуючих і структуроутворюючих компонентів, а також нетрадиційних складових, які мають відповідні властивості за представленими алгоритмами:

1. Класифікація-ідентифікація процесів виготовлення глазурі з концентратом цукрового буряка та їх реалізація за обраними механізмами.
2. Класифікація-ідентифікація процесів виготовлення шоколадно-молочного наповнювача з концентратом цукрового буряка для цукерок та їх реалізація за обраними механізмами.
3. Дослідження реологічних властивостей шоколадної молочної глазурі та шоколадно-молочного наповнювача з концентратом цукрового буряка для цукерок: залежності в'язкості від кількості обраних ПАР та від вмісту концентрату цукрового буряка.
4. Дослідження розріджувальної здатності обраних ПАР за обраними механізмами.
5. Дослідження зміни показників масової частки вологи за обраними механізмами.
6. Дослідження зміни вмісту масової частки жиру за обраними механізмами.
7. Дослідження температури плавлення та застигання за обраними механізмами.
8. Дослідження термінів зберігання отриманої продукції за обраними механізмами.
9. Калькуляція собівартості за обраними механізмами.

Технологічними характеристиками отриманої шоколадної глазурі визначені реологічні, органолептичні та фізико-хімічні показники. Зразки

шоколадної глазури готували у лабораторних умовах. Досліджено зміну властивостей шоколадної молочної глазури при додаванні до рецептури концентрату цукрового буряка (табл. 4) та альтернативних лецитину поверхнево-активних речовин. Запропоновано рецептуру шоколадно-молочної глазури. Оцінено органолептичні, реологічні показники та собівартість готових виробів.

Таблиця 4. Характеристика концентрату цукрового буряка

Показник	Характеристика
Колір	від світло-рожевого до темно-червоного
Запах	характерний для буряка, не допускається затхлий запах
Смак	фруктовий солодкий, не допускається прогірклий або будь-який інший сторонній присмак
Масова частка вологи, %	6,1

Також для зниження в'язкості готової глазури та для заміни соєвого лецитину запропоновано додавання ПАР з качиноного жиру та суміші качиноного та свинячого жиру (1), отримана методом гліцеролізу з гетерогенним каталізатором. Отримані ПАР було проаналізовано за органолептичними і фізико-хімічними показниками, які наведені в таблиці 5.

Таблиця 5. Показники якості отриманих ПАР

Показник	ПАР з качиноного жиру	ПАР із суміші (1)
Колір	жовтий	біло-жовтий
Запах	запаху немає	
Консистенція при температурі 20 °С	мазеподібна	
Кислотне число, мг КОН/г,	2,85	2,1
Пероксидне число ммоль ½О/кг	5,36	4,85
Йодне число, гІ <sub>2</sub> /100 г	67,8	53,4
Температура плавлення, °С	31,3	33,5
Температура застигання, °С	20,2	26,4

Таблиця 8. Температура плавлення та застигання

Найменування	Температура плавлення, °С	Температура застигання, °С
Шоколадно-молочна глазур з ПАР із суміші качиноного та свинячого жиру та концентратом буряка	32–33	25–28
Промислова глазур	33–34	25–28

При зберіганні отриманої глазури в сухому, чистому, добре вентиляваному приміщенні, за температури (18 ± 3)°С і відносної вологості повітря не вище як 75 %, цукрове посивіння майже відсутнє. Додатково встановлено, що смак, запах та відчуття плавлення шоколадних глазурей в роті, не змінилися після їх зберігання.

Для оцінки економічних показників виготовлення шоколадної молочної глазури за представленою рецептурою проведено розрахунок її калькуляційної собівартості.

Порівняльні дані розріджувальної здатності використаних нами ПАР наведені у таблиці 6.

Таблиця 6. Розріджувальна здатність ПАР

ПАР	Розріджувальна здатність, %
Лецитин	0,4 %
ПАР з качиноного жиру	0,6 %
ПАР із суміші качиноного та свинячого жиру	0,8 %

Введення у шоколадні глазурі рослинних наповнювачів дозволяє отримати глазурі з комплексом цінних властивостей.

Під час дослідження для часткової заміни цукру було обрано концентрат буряка. При підготовці до досліджень було розроблено декілька рецептур для приготування шоколадної молочної глазури. Проаналізувавши усі рецептури було визначено, що співвідношення основних компонентів рецептури шоколадної глазури може коливатися в значних межах. Проте є ряд обмежень, які обумовлені, з однієї сторони, технологією виробництва, а з іншої - споживчими якостями, головним чином смаком. Для приготування композицій була обрана рецептура, яка наведена у таблиці 7.

Таблиця 7. Рецептура шоколадної молочної глазури

Какао-масло, %	18,80
Какао терте, %	20,31
Цукрова пудра, %	37,40
Молоко сухе, %	20,09
Концентрат буряка, %	2,80
ПАР	0,60

Проектування складу продуктів з урахуванням вимог збалансованості за жирнокислотним, амінокислотним, мінеральному і вітамінному складом є предметом пріоритетних наукових досліджень та практичних розробок [6–9, 18, 19].

Для обраної рецептури глазури визначено також температури плавлення та застигання порівняно з промисловою глазур'ю. Отримані значення наведені в таблиці 8.

Використання запропонованого концентрату цукрового буряка у рецептурі шоколадних молочних глазурей дозволяє частково замінити долю цукру-піску, а заміна лецитину на ПАР із суміші качиноного та свинячого жиру дозволяє знизити собівартість готового продукту на 9,5%.

За представленими даними (рис. 3) видно, що додавання в якості ПАР до глазури найкраще знижує в'язкість суміш качиноного та свинячого жиру у межах допустимої норми.

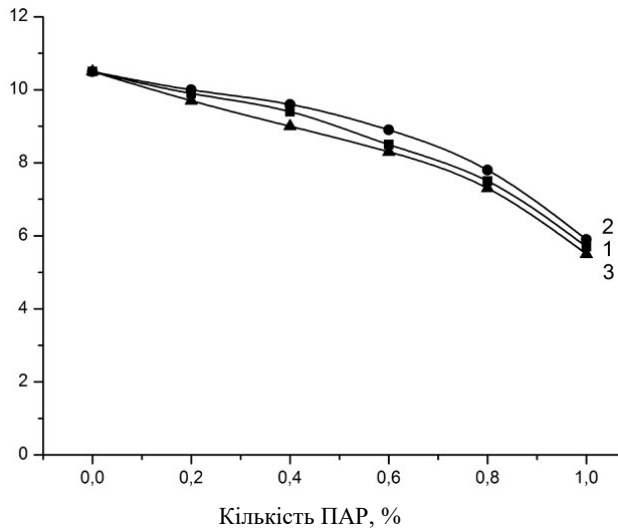


Рис. 3. Залежність в'язкості шоколадної глазурі від типу та кількості доданих ПАР: 1 – ПАР з качинового жиру, 2 – лецитин, 3 – ПАР із суміші качинового та свинячого жиру

За представленими даними видно, що додавання в якості поверхнево-активних речовин до глазурі ПАР із суміші качинового та свинячого жиру найкраще знижує в'язкість у межах допустимої норми.

#### Аналіз результатів дослідження.

Визначення текучості шоколадних мас та глазурі важливий фактор виконання відповідних НТД технологічних процесів різновидів галузей харчових виробництв: 1) визначення параметрів в'язкості впливає на якість виготовленого продукту, його форму або товарний вигляд і, навіть, вагу та розміри; 2) вплив на органолептичні характеристики на смак, колір та аромат, що сприймається споживачем. Властивість текучості шоколаду дуже складна, оскільки в'язкість не є одним значенням і є технічно відомою як неньютонівська. Це означає, що якщо ми вимірюємо його в'язкість, вона буде змінюватися залежно від того, наскільки швидко шоколадна маса тече. Важливо те, що ми вимірюємо в'язкість за такої ж швидкості руху з якою вона використовується на промисловому виробництві.

Результати можна об'єднати за допомогою математичних моделей для отримання параметрів потоку, таких як значення текучості та пластична в'язкість. Нетрадиційні добавки у кондитерських виробках відіграють істотну роль у регулюванні процесу кристалізації. А цей процес, ймовірно, залежить від активності води. Цукерки з нетрадиційними добавками та чисто помадні мають різну активність води. Ця різниця, мабуть, пов'язана з великою кількістю полярних груп у дослідних зразках, що викликає велику сорбцію вологи та розчинення кристалів не тільки на поверхні корпусу виробів, але й у внутрішніх шарах, попереджаючи цим перехід аморфної сахарози в кристалічний стан. При зберіганні виробів, поряд із втратою вологи, дослідники спостерігають також зниження активності води. З метою виявлення особливостей механізму позитивного впливу нетрадиційних добавок на структуру корпусу цукерок автори досліджували стан води у виробках з нетрадиційними добавками спостерігається зростання ступеня впорядкованості молекул води, причому на перерозподіл вологи у бік збільшення пов'язаної води. Важливим етапом визначення раціонального складу рецептури шоколадної глазурі є визначення прикладів математичних моделей експериментальних досліджень (рис. 4).

Для дослідження залежності в'язкості від концентрації ПАР використовувалися такі три моделі: лінійна (двохпараметрична):  $y = b_0 + b_1x$ ; квадратична (трьохпараметрична):  $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ .

Моделі програмування для визначення співвідношення основних компонентів рецептури шоколадної маси можуть коливатися в значних межах [17–22] інтерпретації отриманих експериментальних результатів дослідження (табл. 9). Проте є ряд обмежень, які обумовлені, з однієї сторони, технологією виробництва, а з другої – споживчими якостями, головним чином смаком та органолептичними властивостями виробничих рецептур харчових шоколадних мас (рис. 1).

Таблиця 9. Загальна класифікація-ідентифікація математичних та графічних моделей для різновидів розроблених шоколадних за рис. 2.

Вид	Математичні моделі для різновидів експериментальних залежностей глазурей з рис. 2.
1	Лінійні моделі: $y = b(0)+b(1)*x$ (рис. 1). Довірча ймовірність для параметрів моделі 95%. Залежність 1 $y = 11.0429 - 4.2857*x$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $9.7473 \leq b_0 \leq 12.3385$ ; $-6.4253 \leq b_1 \leq -2.1461$ . Вибіркова дисперсія = 0.4157. Залежність 2 $y = 10.9429 - 4.1357*x$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $9.8396 \leq b_0 \leq 12.0462$ ; $-5.9578 \leq b_1 \leq -2.3137$ . Вибіркова дисперсія = 0.3015. Залежність 3 $y = 10.8619 - 4.6571*x$ Довірчі інтервали для параметрів моделі: $9.9683 \leq b_0 \leq 11.7555$ ; $-6.1329 \leq b_1 \leq -3.1814$ . Вибіркова дисперсія = 0.1978.
2	Квадратичні моделі $y = b(0)+b(1)*x+b(2)*x^2$ (рис. 2). Довірча ймовірність для параметрів моделі 95%. Залежність 1 $y = 10.3643 + 0.8036*x - 5.0893*x^2$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $9.7978 \leq b_0 \leq 10.9308$ ; $-1.8606 \leq b_1 \leq 3.4678$ ; $-7.6466 \leq b_2 \leq -2.5320$ . Вибіркова дисперсія = 0.0386. Залежність 2 $y = 10.3982 - 0.0509*x - 4.0848*x^2$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $9.6366 \leq b_0 \leq 11.1598$ ; $-3.6328 \leq b_1 \leq 3.5310$ ; $-7.5230 \leq b_2 \leq -0.6466$ . Вибіркова дисперсія = 0.0697. Залежність 3 $y = 10.4036 - 1.2196*x - 3.4375*x^2$ . Довірчі інтервали для параметрів моделі: $9.9175 \leq b_0 \leq 10.8897$ ; $-3.5059 \leq b_1 \leq 1.0666$ ; $-5.6321 \leq b_2 \leq -1.2429$ Вибіркова дисперсія = 0.0284.

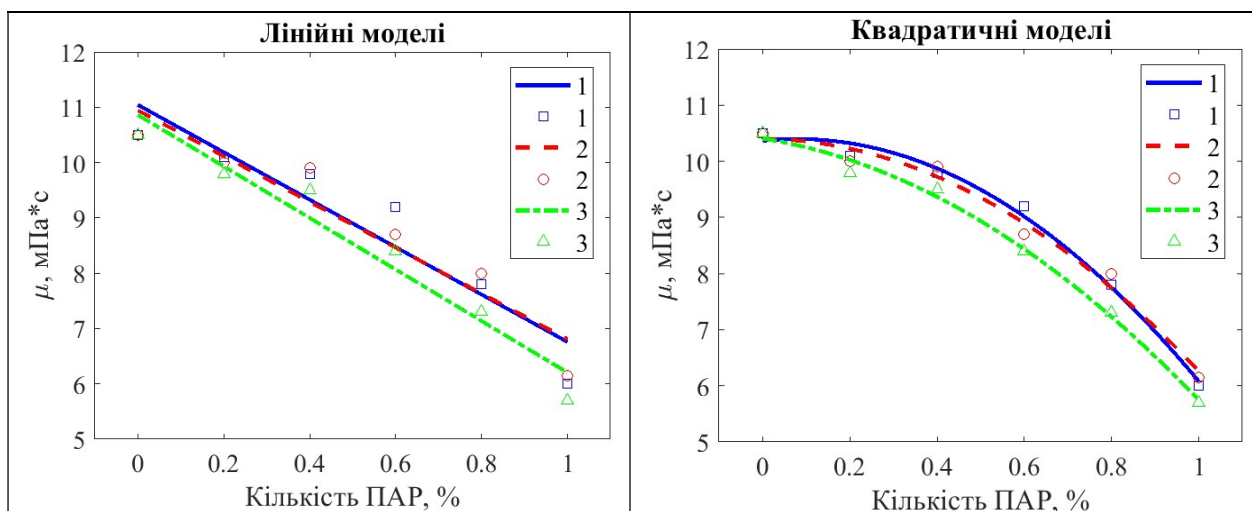


Рис. 4. Приклади графічних моделей експерименту

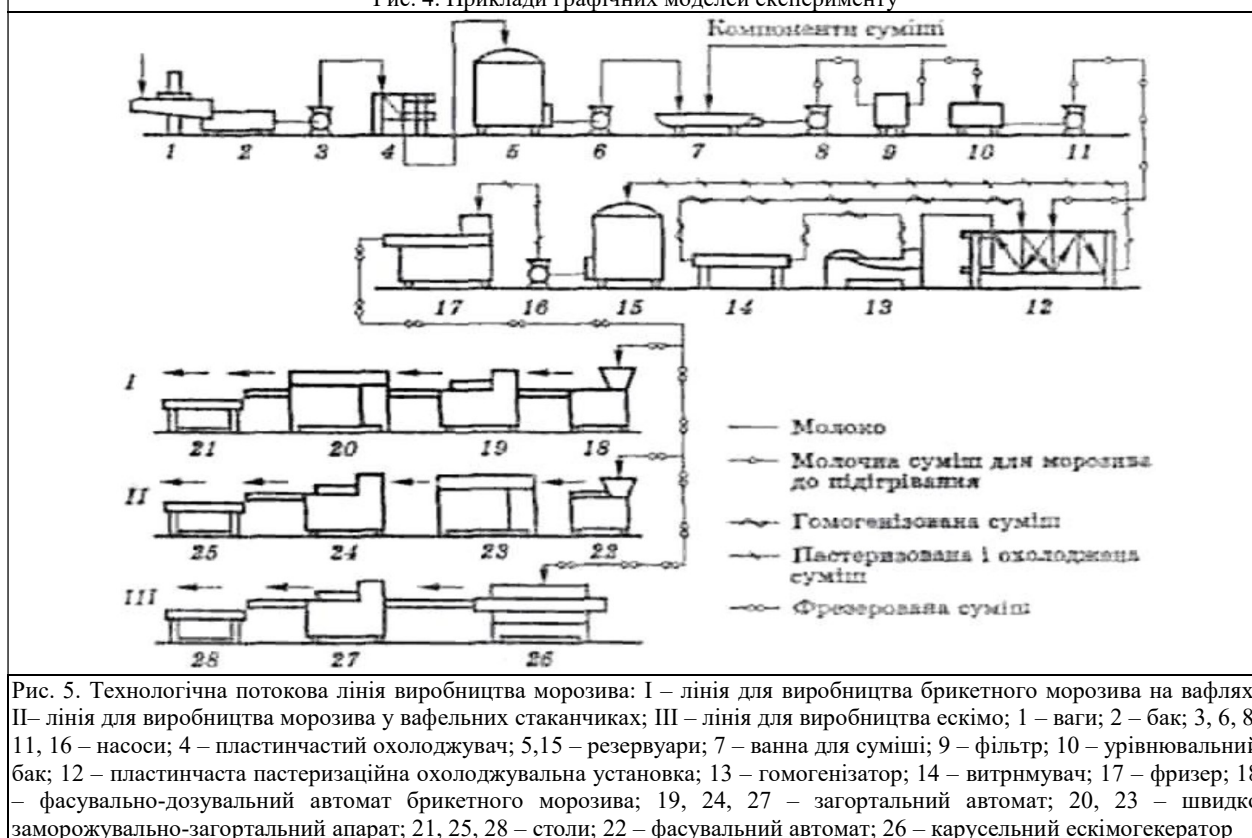


Рис. 5. Технологічна потокова лінія виробництва морозива: I – лінія для виробництва брикетного морозива на вафлях; II – лінія для виробництва морозива у вафельних стаканчиках; III – лінія для виробництва ескімо; 1 – ваги; 2 – бак; 3, 6, 8, 11, 16 – насоси; 4 – пластинчастий охолоджувач; 5, 15 – резервуари; 7 – ванна для суміші; 9 – фільтр; 10 – урівнювальний бак; 12 – пластинчаста пастеризаційна охолоджувальна установка; 13 – гомогенізатор; 14 – витрмувач; 17 – фризера; 18 – фасувально-дозувальний автомат брикетного морозива; 19, 24, 27 – загортальний автомат; 20, 23 – швидко заморозувально-загортальний апарат; 21, 25, 28 – столи; 22 – фасувальний автомат; 26 – карусельний ескімогекератор

При цьому треба враховувати, що величина ефекту впливу від додавання іншого жиру залежить від розмірів його часток і пов'язана з технологічною схемою виробництва (рис. 5). Визначені властивості текучості шоколадних мас і глазури складні, певним чином вони нагадують за органолептичними властивостями дуже густу масу, яка стає рідкою, коли її наносять на поверхню виробів у технологічному процесі виробництва. Важливим фактором треба відзначити – що ми при дослідженні вимірюємо в'язкість за такої ж швидкості руху, як та, з якою вона використовується у технологічному процесі виробництва [22].

Коли продукт поміщається у форму, це відбувається дуже швидко, але коли шоколад стікає по цукерці з покриттям, він робить це дуже повільно. Тому важливо вимірювати в'язкість при більш ніж одній швидкості потоку. Шоколадна маса або глазур, як відомо, це суспензія твердих частинок у безперервній жировій системі. Але за відсутності впливових часток рідке какао-масло мало б за будь-якої швидкості потоку, у межах параметрів даного вимірювання – ньютонівською рідиною. На рис. 6 зображено дві поверхні площею  $A \text{ см}^2$  всередині рідини, віддалені одна від одної від  $h \text{ см}$  і рухаючись зі швидкостями  $v_1$  і  $v_2$  відповідно.



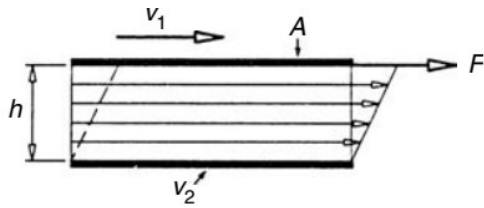


Рис. 6. Діаграма зсуву:  $v_1$  – швидкість у верхній площині,  $v_2$  – швидкість у нижній площині,  $A$  – площа поверхні площини,  $F$  – сила і  $h$  – відстань між площинами.

Гradient швидкості можна визначити як  $(v_1 - v_2)/h$  його зазвичай називають швидкістю зсуву, позначеною літерою  $D$ .

Напруга зсуву, яка змушує його рухатися, зазвичай позначається літерою  $\tau$ , в'язкість  $\eta$  пов'язує цю силу зі швидкістю її фактичного переміщення:  $\eta = \tau / D$ . Для какао-масла прикладена сила безпосередньо залежить від швидкості, з якою воно рухається, тому уявна в'язкість однакова при всіх швидкостях зсуву, тобто ньютонівський потік.

У шоколаді це складніше через тверді частинки в ньому. Це схематично показано для двох швидкостей потоку на рис. 7.

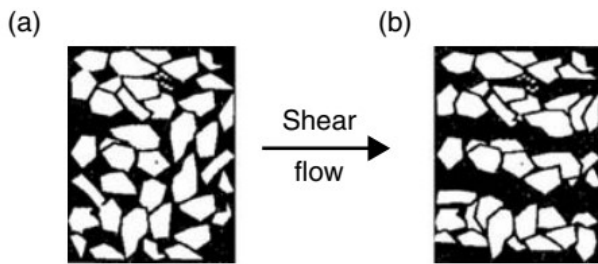


Рис. 7. Схематична діаграма частинок у суспензії, (а) у спокої, (б) під час потоку.

При низькій швидкості потоку частинки стикаються одна з одною та чинять опір силі, спочатку перешкоджаючи руху, а потім роблячи видиму в'язкість відносно високою. Коли шоколад тече швидше, всі частинки можуть рухатися разом із потоком, а не чинити йому опір, тому шоколад має меншу видиму в'язкість і поводить себе як більш рідка рідина. Тоді графіки напруги зсуву та уявної в'язкості від швидкості зсуву будуть зовсім іншими. Напругу зсуву, при якій починається потік  $\tau_0$ , часто називають величиною текучості, і вона особливо важлива для глазурування або занурення у шоколадну масу, де рух є повільним і, отже, є низька швидкість зсуву. Важливим фактором є те, що в'язкість шоколадної маси слід вимірювати за швидкістю зсуву, з якою він обробляється.

Результати експерименту можна представити у вигляді кількох одноточкових вимірювань або шляхом об'єднання їх за допомогою математичних моделей для отримання параметрів потоку, таких як значення текучості та пластична в'язкості.

Ідея друку харчових продуктів на основі цифрових 3D-моделей, безсумнівно, інноваційна, надає багато можливостей повністю оновити спосіб виробництва різновидів харчування: наприклад, 3D-друк має можливості щодо харчового та сенсорного персоналізованого виробництва їжі, тобто виробництво за вимогою, а головне – зменшення харчових відходів та інноваційне сприйняття різновидів продукції за асортиментом. Вже перші експерименти були спрямованими на шоколад, що обумовлює дослідження та аналіз реологічних властивостей шоколадних сумішей для різновидів продукції галузей харчової промисловості (рис. 8 та 9). У всіх випадках авторам вдалося відтворити цифрові моделі з достатньою точністю, хоча багато проблем все ще обмежують застосування на промисловому рівні або для домашнього використання, але перспективи на майбутнє, та програмована текстура має бути проаналізована [24].

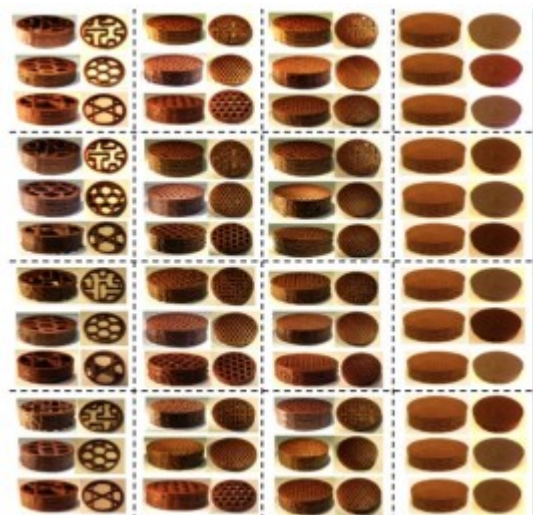
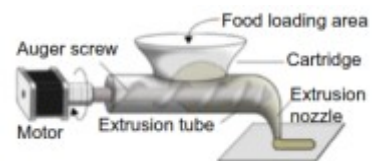


Рис. 8. Приклади 3D-моделей для різновидів шоколадних виробів



Рис. 9. Приклади обладнання – 3D-прінтери





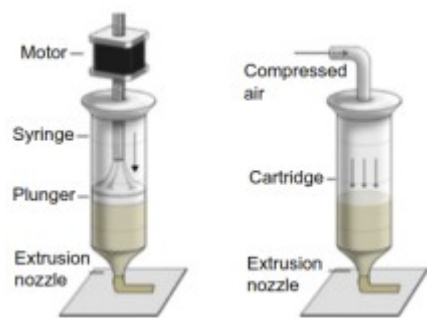


Рис. 10. Приклади технології для екструдуювання харчових матеріалів через сопло.

Як приклад, на рисунках 9а і 9б показано два комерційні 3D-принтери які широко використовуються, тоді як на рисунку 10 показано технології, що використовуються для екструдуювання харчових матеріалів через сопло. Виробництво шоколадних цукерок, контрольовані температури плавлення та затвердіння (кристалізації). Показані типові зображення шоколадних цукерок, надрукованих на 3D (рис. 9, 10), які безпосередньо вводяться в харчову матрицю (Lee та ін., 2019; Jagadiswaran та ін., 2021).

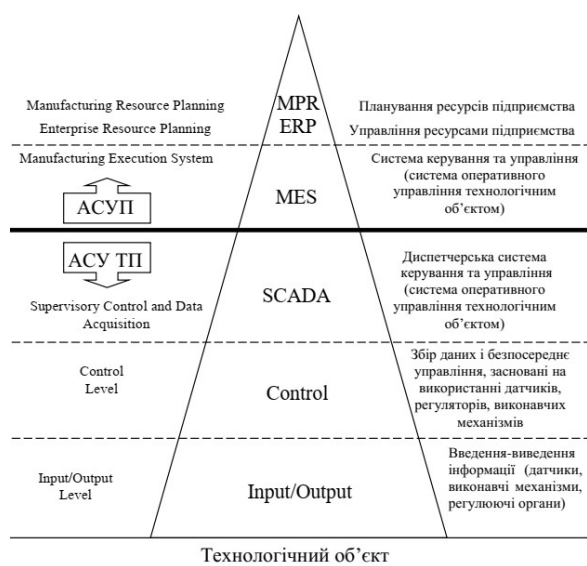


Рис. 11. Приклад загальної структури виробництвом

Управління підприємством має ієрархічну структуру (рис. 11), наприклад, планування та управління ресурсами підприємства; системи оперативного управління технологічним об'єктом; збір даних і безпосереднє управління засноване на використанні датчиків, регуляторів та виконавчих механізмів; введення-виведення інформації з різновидів технологічної схеми виробництва [25].

У загальній структурі управління виробництвом виділяють кілька ієрархічних рівнів, які відображені у вигляді піраміди на рис. 10 [26].

### Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Отримані наукові результати є теоретичною основою для розв'язання важливої науково-прикладної проблеми розроблення та практичного застосування методів і моделей різновидів харчових виробництв в умовах зміни режимів роботи, характеристик сировини та функцій оперативного персоналу для забезпечення регламентованих характеристик продуктів та підвищення ефективності багатоасортиментного виробництва, наприклад, застосування різновидів гліцеринових ефірів, які є неіоногенними поверхнево-активними речовинами і дозволені для використання у харчових продуктах у багатьох країнах. Крім стабілізації емульсій, піни та дисперсій, наприклад, полігліцерин складні ефіри можуть виступати як модифікатори реології.

Науково-практичне значення роботи полягає у обґрунтуванні, розробленні та практичному застосуванні інформаційної технології на основі модифікованих евристичних і еволюційних методів та алгоритмів [6–17, 23–26]. Розроблена математична модель різновидів процесів харчових виробництв, яка забезпечує комплексну оцінку ефективності сформованого варіанту шоколадних мас або глазури на основі запропонованих критеріїв технологічних процесів та зазначених обмежень. При цьому необхідно враховувати, що споживач постійно змінює свої потреби під впливом економічних, соціальних та політичних обставин, а виробник не тільки повинен забезпечити виготовлення якісної продукції, а також задовольнити вимоги споживача щодо продукції, при цьому забезпечивши мінімально можливу собівартість продукції. В Україні вимоги щодо розробки та впровадження систем управління безпечністю харчової продукції за принципами НАССР задекларовані ДСТУ 4161-2003 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» та ДСТУ ISO22000:2007 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга».

### Список літератури

1. Новий етап солодкого життя: аналіз ринку шоколадних кондитерських виробів в Україні. URL: <https://proconsulting.ua/ua/pressroom/novyj-etap-sladkoj-zhizni-analiz-rynka-shokoladnyhkonditerskih-izdelij-v-ukraine>. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL://http://www.ukrstat.gov.ua
2. 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 «ЦНЛ»: 2011, 832 с.
3. 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 «ЦНЛ»: 2016, 470 с.
4. Мини́фай Б.У. Шоколад, конфетти, карамель и другие кондитерские изделия / пер. с англ. под общ. науч. ред. Т.В.

- Савенковой. – СПб. : Профессия, 2008. – 816 с.
5. ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови». ДСТУ 4735:2007 «Морозиво з комбінованим складом сировини. Загальні технічні умови». ДСТУ 4734:2007 «Морозиво плодово-ягідне, ароматичне, шербет, лід. Загальні технічні умови»..
  6. Поліщук Г.Є. Технологія морозива / Г.Є. Поліщук, І.С. Гудз. – К. : Фірма ІНКOS, 2006. – 216 с.
  7. Технологія молочних продуктів : підручник / Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, Т.А. Скорченко та ін. – К. : НУХТ, 2013. – 502 с.
  8. 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.
  9. 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
  10. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проєктів. Інформаційні технології: наука, техніка, технології, 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 «ХПІ». С. 217.
  11. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 456 с.
  12. 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 «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – № 15(1340). – С. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14
  13. Бухкало С.І. Структура потоків комплексного підприємства XXV Міжд. н-практ. конф. «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (MicroCAD-2017) 17-19 мая 2017. Х.: Ч. III, – с. 14.
  14. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести), 2-ге вид. доп. Ч. 2. [текст] Підручник з грифом МОН. К.: «ЦНЛ»: 2018, 108 с.
  15. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології крохмалю), 2-ге вид. доп. Ч. 2. Підр. з грифом МОН. К., «ЦНЛ»: 2019, 108 с.
  16. Бухкало С.І., Земелько М.Л. Дослідження впливу деяких технологічних параметрів на реологічні характеристики різних видів шоколадних глазурей. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2021. – № 1 (1361). – с. 62–70.
  17. Подковко, О.А., & Рашевська, Т.О. (2015). Дослідження технологічно-функціональних характеристик порошків із червоного столового буряка для застосування у складі масляної пасти. Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2(91), 62-66.
  18. Подковко О.А. Удосконалення технології масляної пасти з технологічно-функціональними інгредієнтами. – Автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів. – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2017, 22 с.
  19. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології переробки плодовоовочевої сировини), 2-ге вид. доп. Ч. 3. Підр. з грифом. К.: «ЦНЛ»: 2022, 108 с.
  20. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (тестові завдання) [текст] підручник. – К.: ЦНЛ, 2014. – 412 с.
  21. Debasis Bagchi. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World / Debasis Bagchi // USA, Elsevier Inc., 2008. – 447 p.
  22. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. пос./ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. К.: Вища освіта. 2006. 479 с.
  23. 3D Food Printing: Opportunities, principles, limitations, and new ways in food production. December 2021. – 19 p.
  24. Industrial Chocolate Manufacture and Use: Fourth Edition. Edited by Stephen T. Beckett. 2009 Blackwell Publishing Ltd. ISBN: 978-1-405-13949-6, p. 226–229.
  25. Грибков С.В., Маковецька С.В. Функціональне моделювання організації та управління забезпечення сировиною цукрового заводу. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Техніка та енергетика АПК. 2017. № 286. С. 100–111.

### Bibliography (transliterated)

1. Novij etap solodkogo zhittja: analiz rinku shokoladnih konditers'kih virobiv v Ukraїni.. URL: <https://proconsulting.ua/ua/pressroom/novij-etap-sladkoj-zhizni-analiz-rynka-shokoladnyhkonditerskih-izdelij-v-ukraine> . URL://http://www.ukrstat.gov.ua
2. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah [tekst] / Bukhhalo S.I., Tovazhnjans'kij L.L., Kapustenko P.O. ta in. Pidruchnik z grifom MON. Kiiv CNL 2011, 832 p.
3. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] / Bukhalo S.I., Tovazhnjans'kij L.L., Bilous O.V.. Pidruchnik z grifom MON. Kiiv CNL 2016, 470 p.
4. Minifaj B.U. Shokolad, konfety, karamel' i drugie konditerskie izdelija / per. s angl. pod obshh. nach. red. T.V. Savenkovej. – SPb. : Professija, 2008. – 816 p.
5. DSTU 4733:2007 «Morozivo molochne, vershkovе, plombir. Zagal'ni tehnicni umovi». DSTU 4735:2007 «Morozivo z kombinovanim skladom sirovini. Zagal'ni tehnicni umovi». DSTU 4734:2007 «Morozivo plodovo-jagidne, aromatichne, shherbet, Zagal'ni tehnicni umovi».
6. Polishhuk, G.Je. and Gudz, I.S. (2006), Tehnologija moroziva, Firma INKOS, K., 216 p.
7. Polishhuk, G.Je., Grek, O.V., Skorchenko, T.A. (2013), Tehnologija molochnyh produktiv, pidruchn, NUHT, 502 p.
8. Bilous O.V., Demidov I.M., Bukhhalo S.I. Rozrobka kompleksnogo antioksidantu iz ekstraktiv listja gorihu volos'kogo ta kalenduli // Eastern-European journal of enterprise technologies – PC “TECHNOLOGY CENTER” 2015. № 1/6 (73). – pp. 22–26.
9. 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
10. Bukhhalo S.I. Vznachennja zagal'noi tehnologii kompleksnih kursovih proektiv. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologii, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVII Mizhn. n-prakt. konferencii (MicroCAD-2019), Ch. II/za red. prof. Sokola C.I. – Kh: NTU «KhPI». p. 217.
11. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. – 456 p.
12. Bukhhalo S.I., Ageicheva A.O., Iglin S.P., N.N., Olkhovska V.O. Innovative complex projects'2018/2019 realization in the examples and tasks/ Visnik NTU «KhPI». – Kh.: 2019. No. 15(1340). pp. 80–88. doi: 10.20998/2220-4784.2019.15.14

13. Bukhhalo S.I. Struktura potokiv kompleksnogo pidpriemstva XXV Mezhd. n-prakt. konf. «Informacionnye tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, obrazovanie, zdorov'e» (MicroCAD-2017). Kh.: Ch. III, – p. 14.
14. Bukhhalo 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. K.: CNL 2018, 108 p.
15. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii krohmajlu), 2-ge vid. dop. Ch. 2. K.: CNL: 2019, 108 p.
16. Bukhhalo S.I., Zemel'ko M.L. Doslidzhennja vplivu dejakih tehnologichnih parametriv na reologichni karakteristiki riznovidiv shokoladnih glazurej. Visnik NTU «KhPI». – Kh.: NTU «KhPI». 2021. – № 1 (1361). – pp. 62–70.
17. Podkovko, O.A., Rashevs'ka, T.O. (2015). Doslidzhennja tehnologichnofunkcional'nih karakteristik poroshkiv iz chervonogo stolovogo burjaka dlja zastosuvannja u skladi masljanoi past. Tehnika, energetika, transport, 2(91), 62-66.
18. Podkovko O.A. Udoskonalennja tehnologii masljanoi pasti z tehnologichno-funkcional'nimi ingredientami. Avtoref. Dis. 05.18.04 – tehnologija m'jasnih, molochnih produktiv i produktiv z gidrobiontiv. NUHT, K, 2017, 22 p.
19. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (prikladi ta testi z tehnologii pererobki plodoovochevoi sirovini), 2-ge vid. dop. Ch. 3. [tekst] Pidruchnik z grifom MON. K.: «CNL»: 2022, 108 p.
20. Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (testovi zavdannja) [tekst] pidruchnik. – K.: CNL, 2014. 412 p.
21. Debasis Bagchi. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World/Debasis Bagchi // USA, Elsevier Inc., 2008. – 447 p.
22. Mehanizacija pererobnoi galuzi agropromislivogo kompleksu: Navch. pos./O.V. Gvozdev, F.Ju. Jalpachik, Ju.P. Rogach, M.M. Serdjuk. K.Vishha osvita. 2006. 479 p.
23. 3D Food Printing: Opportunities, principles, limitations, and new ways in food production. December 2021. – 19 p.
24. Industrial Chocolate Manufacture and Use: Fourth Edition. Edited by Stephen T. Beckett. 2009 Blackwell Publishing Ltd. ISBN: 978-1-405-13949-6, p. 226–229.
25. Gribkov S.V., Makovec'ka S.V. Funkcional'ne modeljuvannja organizacii ta upravlinnja zabezpechennja sirovinoju cukrovogo zavodu. Nauk. visnik NU bioresursiv i prirodozastituvannja Ukraini. Tehnika ta energetika APK. 2017. № 286. P. 100–111.

*Надійшла (received) 19.11.2022*

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

**Бухало Світлана Іванівна (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](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Земелько Марія Леонідівна (Zemelko Mariia Leonidovna)** – 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. BUKHHALO, MARIIA ZEMELKO**

**RESEARCH THE COMPLEX INFLUENCE OF THE COMPONENTS THE CHOCOLATE MASS ON ITS PROPERTIES AND COMPETITIVENESS FOR VARIOUS INDUSTRIES**

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. Analysis of the system of results and calculation equations allowed to offer recommendations for the intensification of production processes: 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. Thus, based on the conducted research, it is possible to conclude that the fat for a glaze must be chosen taking into account its physical properties and possibility to regulate rheological properties of the glaze. The speed of fats crystallization must allow the glaze to quickly crystallize after facing and not to chip.

**Key words:** mathematical models of varieties programming properties chocolate masses and glazes, rheological characteristics, intensification of technological processes.

**С. И. БУХАЛО, М. Л. ЗЕМЕЛЬКО**

**ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ШОКОЛАДНЫХ МАСС И ГЛАЗУРЕЙ НА ИХ СВОЙСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ**

Продолжены исследования математических моделей шоколадной глазури как объекта кондитерской отрасли пищевой технологии, с целью изучения реологических характеристик. 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 втором этапе определяются основные проблемы – научное обоснование рецептурных составляющих технологии производства продукции с учетом показателей качество-себестоимость. Далее для заданных параметров технологии производства определяют составляющие рецептуры шоколадных глазурей. Анализ полученных результатов и расчетных уравнений позволил предложить рекомендации по интенсификации процессов производства, 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. Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что жир для глазури необходимо выбирать с учетом его физических свойств и возможности регулирования реологических свойств глазури. Скорость кристаллизации жиров должна позволять глазури быстро кристаллизоваться после наложения и не раскалываться.

**Ключевые слова:** шоколадные глазури, программирование, реологические характеристики, интенсификация процессов.