

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

ОМЕЛЬЧЕНКО СВІТЛАНА БОРИСІВНА

УДК 664.68-035.83

**ТЕХНОЛОГІЯ НАПІВФАБРИКАТУ ЗБИВНОГО
З ВИКОРИСТАННЯМ КАКАО-МАСЛА**

Спеціальність 05.18.16 – технологія харчової продукції

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Горальчук Андрій Богданович,
Харківський державний університет харчування та торгівлі,
доцент кафедри технології харчування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Гніщевич Вікторія Альбертівна,
Київський національний торговельно-економічний університет, професор кафедри технології та організації в ресторанному господарстві

кандидат технічних наук, доцент
Никифоров Радіон Петрович,
Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг),
завідувач кафедри технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи

Захист відбудеться «31» березня 2016 р. о 15 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий «29» лютого 2016 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



В.М. Онищенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Упродовж останніх років процес євроінтеграції України як чинник соціально-економічного розвитку держави суттєво впливає на всі види діяльності виробничої сфери та торгівлі, у тому числі й харчову промисловість та ресторанний бізнес. Це позначається, перш за все, на вимогах до харчової продукції, показники якої повинні відповідати українським та європейським стандартам, а технології виробництва – бути інвестиційно привабливими та конкурентоспроможними.

Вищезазначене повною мірою розповсюджується й на виробництво харчової продукції з піноемультсійною структурою – креми оздоблювальні, солодкі страви, обсяги виробництва та споживання яких останнім часом суттєво зростають. Використання в їх складі вершків коров'ячих, масла вершкового, які традиційно застосовувалися у виробництві піноемультсійних продуктів, унаслідок нестабільності їх технологічних властивостей і залежності від сезонності виробництва, постійно зростаючої вартості, обмеженого терміну придатності продукції на їх основі стали стримуючим чинником, що не задовольняє вимогам виробників.

Останнім часом у технології піноемультсійних продуктів значно поширилося використання вершків рослинних солодких, сухих сумішей, комплексних стабілізаційних систем переважно імпортного походження (як напівфабрикатів різного ступеня готовності), що суттєво вплинуло на інгредієнтний склад, технологію виробництва, вартість та споживні властивості готової кулінарної та кондитерської продукції на їх основі. Не повною мірою вирішуючи технологічні завдання (низька піноутворююча здатність та стійкість піни під впливом технологічних чинників), вищезазначені напівфабрикати не відповідають вимогам сьогодення з точки зору корисності та показників безпечності – у їх складі використовуються частково гідрогенізовані рослинні олії, які містять трансізомери жирних кислот, поверхнево-активні речовини з обмеженим максимально-допустимим рівнем використання; продукція за деяким винятком не містить молочної сировини.

Фундаментальними та прикладними аспектами створення та виробництва піноемультсійних продуктів займалися вчені – О.Ю. Просеков, А.В. Гуров, О.С. Романов, З.Г. Скобельська, Е. Dickinson та інші. Проте системних досліджень, спрямованих на обґрунтування раціональних технологічних параметрів їх виробництва, не виявлено; відсутня узагальнена інформація щодо технологічних принципів забезпечення технологічної стабільності піноемультсійних систем, не визначено закономірності та механізм формування міжфазних адсорбційних шарів як показника стійкості та регулювання їх механічної міцності. Тому наукове обґрунтування та розробка технології напівфабрикату збивного з використанням негідрогенізованої рослинної олії (какао-масло), сухого знежиреного молока, поверхнево-активних речовин, що мають статус GRAS (Generally Recognized As Safe – без обмежувального чинника використання), з високими показниками піноутворюючої здатності та механічної міцності дозволить розширити ринки збуту та асортимент нової продукції, що є актуаль-

ним та своєчасним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно з планом наукових досліджень ХДУХТ за темами №3-13БО (0113U000158) «Розробка наукових принципів регулювання властивостей сировини тваринного походження в технологіях харчової продукції масового споживання» та №8-14Д (0114U005311) «Наукове обґрунтування технології оздоблювальних напівфабрикатів на основі рослинних олій».

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування та розробка технології напівфабрикату збивного з використанням какао-масла для виробництва кремів оздоблювальних та солодких страв.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати сучасний стан виробництва та використання напівфабрикатів збивних на основі рослинних олій, довести необхідність розробки нового за складом та технологічними властивостями продукту;
- обґрунтувати вибір та визначити раціональний вміст сухого знежиреного молока, какао-масла, низькомолекулярних поверхнево-активних речовин, натрій карбоксиметилцелюлози, що дозволить одержати піноемulsionні системи з необхідними фізико-хімічними та технологічними властивостями;
- установити закономірності змін граничної напруги зсуву міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз вода-повітря, вода-олія під впливом технологічних чинників;
- науково обґрунтувати раціональний вміст рецептурних компонентів та технологічні параметри одержання напівфабрикату збивного з використанням какао-масла;
- дослідити показники якості та безпечності напівфабрикату збивного, харчову цінність, обґрунтувати умови та терміни зберігання;
- визначити раціональні параметри одержання технологічно стійких (у часі) піноемulsionних систем;
- розробити нормативну та технологічну документацію на напівфабрикати збивні з використанням какао-масла та рекомендації з їх використання у технології кремів оздоблювальних та солодких страв; визначити шляхи формування їх асортименту;
- провести комплекс організаційно-технологічних заходів із упровадження результатів дослідження у виробництво та освітній процес;
- визначити соціально-економічний ефект від практичної реалізації технології.

Об'єкт дослідження – технологія напівфабрикату збивного з використанням какао-масла.

Предмет дослідження : модельні системи на основі сухого знежиреного молока, низькомолекулярних поверхнево-активних речовин та їх сумішей, какао-масла; напівфабрикат збивний з використанням какао-масла; креми оздоблювальні та солодкі страви на основі напівфабрикату збивного.

Методи дослідження – аналітичні, фізико-хімічні, реологічні, органолептичні, мікробіологічні, методи системного аналізу, методи моделювання, планування експериментальних робіт.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано та розроблено технологію напівфабрикату збивного з використанням какао-масла, збивання якого забезпечує одержання технологічно стійких піноемульсійних систем з високою механічною міцністю.

Уперше:

– теоретично та експериментально доведено необхідність сумісного використання сухого знежиреного молока, какао-масла, низькомолекулярних поверхнево-активних речовин – ефірів молочної кислоти й моно- та дигліцеридів жирних кислот, ефірів діацетилвинної кислоти й моно- та дигліцеридів жирних кислот, лецитину та флотаційного агента – натрій карбоксиметилцелюлози для одержання піноемульсійних систем з високою піноутворюючою здатністю, стійкістю піни, механічною міцністю;

– визначено закономірності граничної напруги зсуву міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз вода-повітря, вода-олія в системах відновлене знежирене молоко з поверхнево-активними речовинами та їх сумішами в регулюванні стійкості піноподібних, емульсійних та піноемульсійних систем;

– науково обґрунтовано та розроблено технологію напівфабрикату збивного з використанням какао-масла, визначено її функціонування як технологічної системи;

– обґрунтовано раціональні параметри збивання напівфабрикату збивного та рекомендації з його використання в технології кремів оздоблювальних та солодких страв;

– одержано комплекс нових даних, що характеризують фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні та токсикологічні показники, поживну цінність напівфабрикату збивного та його зміни під час зберігання;

набуло подальшого розвитку та узагальнення: уявлення щодо функціонально-технологічних властивостей низькомолекулярних поверхнево-активних речовин, натрій карбоксиметилцелюлози як флотаційного агента у складі харчових гетерогенних систем та їх змін під впливом технологічних чинників.

Новизну технологічних рішень, запропонованих у роботі, підтверджено патентом України на винахід №106859 «Спосіб одержання пластичної кондитерської кремово-збивної маси».

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію напівфабрикату збивного з використанням какао-масла та рекомендації з його використання. Розроблено та затверджено технічні умови ТУ У 10.7–01566330–290:2014 «Суміш рідка для збивання «Air cream (Еір крім)» та технологічну інструкцію з її виробництва. Розроблено технологічну інструкцію з виробництва кремів оздоблювальних та солодких страв на основі розробленого напівфабрикату. Запропоновано технологічні рішення, які випробувані на підприємствах, підтверджено відповідність органолептичних, фізико-хімічних показників і показників безпечності вимогам нормативної та технологічної документації.

Реалізація роботи. Здійснено впровадження розроблених технологій у виробництво ТОВ «Гайфун-2000» (м. Харків, акт від 31.10.2014 р.), ФО-П Софроні А.В. (м. Харків, акт від 30.10.2015 р.). Результати наукових досліджень упроваджено в освітній процес ХДУХТ (акти від 05.11.2013 р., 21.10.2014 р., 30.10.2015 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, розробці програми дослідження, організації, проведенні та узагальненні аналітичних та експериментальних робіт, аналізі та обробці одержаних даних, формулюванні висновків, підготовці матеріалів до публікації та складанні заявки на винахід, розробці нормативної та технологічної документації, проведенні заходів із упровадження результатів дослідження у виробництво та освітній процес.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на всеукраїнських науково-практичних конференціях «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі» (м. Харків, 2011, 2012, 2013 рр.), «Торгівля та готельно-ресторанний бізнес: інноваційний розвиток в умовах глобалізації» (м. Харків, 2012 р.), міжнародних науково-практичних конференціях «Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному бізнесі» (м. Харків, 2012 р.), «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (м. Харків, 2013 р.), «Наука о питании: технологии, оборудование и безопасность пищевых продуктов» (м. Саратов, 2013 р.), «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, 2013, 2014 рр.), «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді» (м. Харків, 2014 р.), «Інноваційні технології у харчовій промисловості та ресторанному господарстві» (м. Харків, 2014 р.), «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (м. Одеса, 2015 р.), «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» (м.м.Харків – Мелітополь – Кирилівка, 2015 р.).

Продукція демонструвалася та отримала позитивну оцінку на виставці-дегустації продукції в рамках Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі» (м. Харків, 2011, 2012, 2013 рр.), спеціалізованій виставці з міжнародною участю «Освіта Слобожанщини та кіберпростір-2013» (м. Харків, 2011, 2012 рр.), виставці-дегустації «Ніч науки» (м. Харків, ХДУХТ, 2013 р.), у рамках Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді» (м. Харків, ХДУХТ, 2014 р.), у рамках міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, ХДУХТ, 2014 р.), виставці, присвяченій «Дню технолога» (м. Харків, ХДУХТ, 2014 р.). Продукція представлялася на засіданні експертно-

дегустаційної комісії ХДУХТ, де отримала позитивну оцінку й рекомендована до впровадження (м. Харків, ХДУХТ, 2015 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 17 праць, у тому числі: 7 статей, серед них 4 – у наукових фахових виданнях України (із них 2 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз), 2 – у наукових періодичних виданнях інших держав з напрямку, з якого підготовлено дисертацію, 1 – у виданні України, що включено до міжнародних наукометричних баз; 1 патент України на винахід, 10 тез доповідей і матеріалів конференцій.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел, що включає 180 найменувань, у тому числі 56 закордонних. Дисертацію викладено на 166 сторінках друкованого тексту, вона містить 28 таблиць і 66 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про їх апробацію та реалізацію, публікації автора за темою дисертаційної роботи, визначено її структуру та обсяг.

У **першому розділі** «Аналіз технологій напівфабрикатів збивних з емульсійною та пінною структурою» наведено аналітичний огляд науково-технічної та патентної літератури щодо наукових і практичних аспектів створення напівфабрикатів збивних та продукції на їх основі з використанням рослинних олій. Узагальнено сучасні тенденції з використання рослинних олій, поверхнево-активних речовин (ПАР) у складі харчової продукції, висвітлено їх роль у піноутворенні та забезпеченні стійкості піни піноемульсійних продуктів, доведено доцільність їх застосування.

На основі аналітичних досліджень обґрунтовано необхідність розробки технології напівфабрикату збивного для солодких страв та кремів оздоблювальних із піноемульсійною структурою, що характеризуються високою піноутворюючою здатністю, стійкістю піни, механічною міцністю, в рецептурному складі якого не використовуються частково гідрогенізовані рослинні олії.

У **другому розділі** «Організація, предмети, матеріали та методи дослідження» наведено характеристику предметів, методів дослідження та план проведення аналітичних та експериментальних робіт. Показники якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції визначали за загальноприйнятими методиками. Відбір зразків, визначення масової частки вологи, загального вмісту білків, вуглеводів, жирів, золи здійснювали за стандартними методиками. Кількість розчиненого білка визначали колориметрично за біуретовою пробою. Піноутворюючу здатність (ПЗ) визначали методом Лур'є. Стійкість піни (СП) визначали як відношення висоти стовпа піни до загальної висоти зразка, виражену у відсотках після витримування упродовж 1×60^2 с для піноподібних систем, 24×60^2 с – для піноемульсійних. Граничну напругу зсуву (ГНЗ) міжфазних адсорбційних шарів (МАШ) модельних систем визначали на поверхневому віскозиметрі

П.О. Ребіндера, О.О. Трапезнікова, піноемульсійних систем – за допомогою розробленої моделі дослідження МАШ із використанням сполучених кристалізаторів. Механічну міцність піноемульсійних систем виражали через граничну напругу зсуву, визначення якої проводили на пенетрометрі фірми Labor. Кількість дестабілізованого жиру в піноемульсіях визначали (y %) як відношення кількості жиру, що залишився на фільтрі під час фільтрування, до маси жиру в пробі, що досліджувалася. Середній діаметр жирових частинок, кількість агрегованих жирових частинок досліджували шляхом мікроскопіювання зразків на мікроскопі «Біолам Р15» із цифровою камерою-окуляром ScoreTekDCM – 130 E 1.3 Мр з подальшим автоматизованим визначенням розмірних характеристик за допомогою програмного засобу ImageJ 1.47. Морфологію зразків вивчали за допомогою растрового електронного мікроскопа «Jeol» за збільшення в 500...25000 разів.

Органолептичний аналіз готової продукції проводили з використанням п'ятибальної шкали. Соціально-економічну ефективність результатів дослідження визначали за загальноприйнятими методами в галузі. Експериментальні дані опрацьовували методами математичної статистики та кореляційного аналізу з використанням програмного забезпечення MathCad та Excel.

У **третьому розділі** «Наукове обґрунтування технологічних параметрів одержання піноемульсійних систем з використанням какао-масла та відновленого знежиреного молока» науково обґрунтовано та визначено раціональний вміст сухого знежиреного молока, ефіру молочної кислоти і моно- та дигліцеридів жирних кислот (E472b), ефіру моногліцеридів і діацетилвинної кислоти (E472e), лецитину (E322), натрій карбоксиметилцелюлози (E466), какао-масла для одержання піноемульсійних систем з високою піноутворюючою здатністю, стійкістю піни та механічною міцністю.

Аналіз існуючих технологій збивних напівфабрикатів показав, що формування їх функціонально-технологічних властивостей (піноутворююча здатність, стійкість піни та її механічна міцність) досягається шляхом застосування широкого спектру харчових добавок без належного наукового обґрунтування їх використання. Наслідком цього є суттєві обмеження з їх використання в технології харчової продукції, оскільки введення до рецептурної суміші додаткових харчових інгредієнтів призводить до зниження ПЗ, СП, механічної міцності піноемульсії.

Вищезазначене стало підґрунтям для формулювання робочої гіпотези, згідно з якою одержання продукції з піноемульсійною структурою на основі напівфабрикату збивного з високою піноутворюючою здатністю, стійкістю та механічною міцністю можливе шляхом керованого процесу утворення емульсії, її дестабілізації під час піноутворення, флоатації жирових частинок та їх адгезії на бульбашках повітря.

На основі робочої гіпотези розроблено модель утворення піноемульсійної системи, в межах якої виділено два етапи (1 етап – утворення емульсії, 2 етап – утворення та стабілізація піноемульсії). Аналітично спрогнозовано склад системи (сухе знежирене молоко, какао-масло, низькомолекулярні ПАР з високим та низьким гідрофільно-ліпофільним балансом (ГЛБ), флоатаційний агент) та механізм забезпечення технологічної стабільності піноемульсії.

Для забезпечення утворення піноемулсії необхідно використання суміші з трьох ПАР, що мають статус GRAS: E472e (з високим ГЛБ) для підвищення піноутворюючої здатності та стійкості піни; E322 (з низьким ГЛБ) для десорбції білків молока з межі розділу фаз вода-олія та дестабілізації емульсії; E472b (з низьким ГЛБ) для забезпечення агрегації жирових частинок та стабілізації піни агрегованими жировими частинками.

Для дестабілізації емульсії необхідним є зменшення діаметру жирових частинок нижче за критичний розмір структурно-механічного чинника стабілізації емульсії, що досягається її гомогенізацією. Зменшення діаметру жирових частинок є необхідною умовою потрапляння їх до міжфазної поверхні вода-повітря, що обмежено діаметром каналів Плато-Гіббса, а інтенсифікація їх потрапляння – введенням натрій карбоксиметилцелюлози (NaКМЦ) як флотаційного агента. Отже, напівфабрикат становитиме собою емульсію, збивання якої дозволить одержати піноемулсію.

Для визначення ролі окремих компонентів експериментальні дослідження проводились послідовно на двох-, три- та багатокомпонентних піноподібних, піноемулсійних не гомогенізованих та гомогенізованих системах.

Шляхом дослідження ПЗ піноподібних систем встановлено, що раціональний вміст знежиреного молока з точки зору досягнення високих значень ПЗ ($518 \pm 20\%$) становить 3,5...4,0%. Доведено необхідність введення цитрату натрію для збільшення ПЗ відновленого знежиреного молока; встановлено, що раціональним значенням рН є 6,8...7,0, за якого ПЗ відновленого знежиреного молока збільшується в 4,3...4,5 рази. Встановлено, що введення ПАР (E472e, E472b) у кількості 0,2...1,0% призводить до незначного зниження ПЗ піноподібних систем «відновлене знежирене молоко (3,5%)-ПАР» та збільшення СП з 27...29% до 80...96%, тобто приблизно в 3 рази. Введення ПАР E322 у кількості більше 0,1% призводить до повного пригнічення піноутворення, а суміші двох ПАР (E472e і E472b) дозволяє збільшити піноутворюючу здатність систем «відновлене знежирене молоко-ПАР». Так, за вмісту E472b 0,5...0,7%, E472e 0,6...0,8% піноутворююча здатність піноподібних систем «відновлене знежирене молоко (3,5%)-E472e-E472b» становить 450...483%, стійкість піни – 70...85%, введення в дану систему третьої ПАР призводить до зниження ПЗ піноподібних систем та їх руйнування.

Для дослідження ПЗ піноемулсійних систем одержували емульсію, охолоджували її до температури 4...6°C та збивали. Встановлено, що системи «відновлене знежирене молоко-какао-масло» характеризуються нижчою ПЗ порівняно із системами без какао-масла. Механічна міцність піноемулсійних систем коливається в інтервалі 23...30 Па, вони характеризуються низькою СП, що становить 45...48%. Встановлено раціональний вміст какао-масла – 23...27%, за якого досягається ПЗ 160...189%.

Визначено ПЗ піноемулсійних систем «відновлене знежирене молоко-какао-масло-ПАР» із вмістом однієї ПАР. Так, максимальною ПЗ (150...220%) характеризуються системи з E472e, мінімальною – з E322 (ПЗ складає 140...190%). За величиною механічної міцності 26,3...31,0 Па піноемулсії практично не відрізняються, СП у всіх системах, незалежно від вмісту ПАР, становить $99 \pm 1\%$.

Встановлено, що введення двох ПАР (E472e та E472b) в піноемулсійну систему забезпечує збільшення ПЗ. Раціональним вмістом ПАР є 0,4...0,5% (E472b) та 0,6...0,7% (E472e), що забезпечує підвищення ПЗ до 240...255% та

дозволяє збільшити механічну міцність піноемультсійних систем до 56 ± 3 Па. Додавання до системи третьої ПАР Е322 (0,3%), що вже містить дві ПАР в раціональній кількості, дозволяє збільшити ПЗ до $290 \pm 14\%$ та механічну міцність піноемультсійних систем до 400 ± 16 Па. Введення NaКМЦ у кількості 0,05% підвищує механічну міцність піноемультсійних систем до 1399 ± 70 Па, ПЗ – $340 \pm 14\%$.

Доведено, що збільшення тривалості гомогенізації системи «відновлене

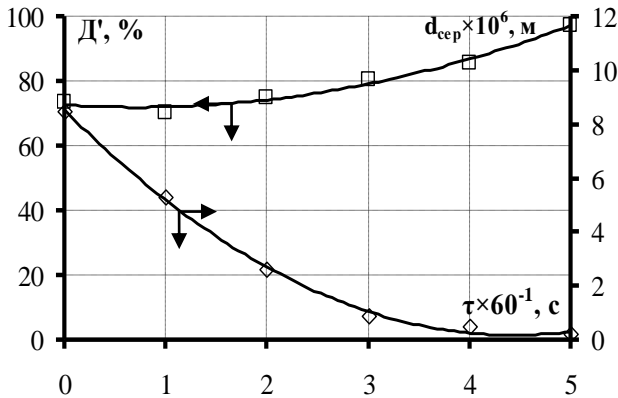


Рис. 1. Ступінь дестабілізації жиру (Д') (□) та середній діаметр жирових частинок ($d_{сер}$) (◇) від тривалості (τ) гомогенізації системи «відновлене знежирене молоко-какао-масло-Е472b-Е472e-Е322-NaКМЦ»

знежирне молоко-какао-масло-Е472b-Е472e-Е322-NaКМЦ» (обробка ультразвуковим диспергатором) з 60 с до 5×60 с сприяє збільшенню ступеня дестабілізації жиру з $70,2 \pm 3,5\%$ до повної дестабілізації $96 \pm 4\%$ (рис. 1, крива – □). Установлено, що за повної дестабілізації жиру середній діаметр жирових частинок становить $(0,20 \pm 0,01) \times 10^{-6}$ м (рис. 1, крива – ◇). Визначено, що діаметри каналів Плато-Гіббса в системах «знежирене молоко-ПАР» становлять близько $1,0 \times 10^{-6}$ м, що є умовою вільного потрапляння жирових частинок до повітряних бульбашок на етапі її збивання.

Установлено, що емульсії з вмістом 2,5...4,5% знежиреного молока після гомогенізації характеризуються ПЗ

180...260%, що в 1,2 рази більше порівняно з негомогенізованими системами. Збільшення вмісту знежиреного молока забезпечує зменшення кількості дестабілізованого жиру з $78,0 \pm 3,8\%$ до $72,5 \pm 3,1\%$, механічна міцність системи та СП становить 24...27 Па та 47...53% відповідно. Визначено, що введення в систему «відновлене знежирене молоко-какао-масло» 0,2...1,0% ПАР Е472e призводить до зменшення кількості дестабілізованого жиру з $75,9 \pm 3,6\%$ до $32,0 \pm 1,5\%$, механічна міцність становить 28,6...31,2 Па, ПЗ – 200...260%. За введення в систему 0,2...1,0% ПАР Е472b їх ПЗ становить 150...205%, механічна міцність збільшується з 27,0 Па до 38,9 Па; внесення до 0,4% Е472b забезпечує збільшення ступеня дестабілізованого жиру (до $88,6 \pm 4,3\%$); введення 0,1...0,5% Е322 низьку ПЗ (110...190%), механічна міцність складає 27...31 Па; за вмісту 0,3% Е322 досягається повна дестабілізація жиру.

Визначено раціональний вміст Е322, який становить 0,25...0,35%, що забезпечує збільшення ПЗ до $360 \pm 18\%$, механічної міцності – до 760 ± 38 Па та забезпечує повну дестабілізацію жиру – $96 \pm 4\%$ в системах «відновлене знежирене молоко-какао-масло-Е472e-Е472b-Е322». Визначено раціональний вміст NaКМЦ – 0,04...0,06%, що забезпечує ПЗ $410 \pm 17\%$ (рис. 2, крива – □) та механічну міцність 3100 ± 155 Па (рис. 2, крива – ◇), встановлено, що механічна міцність у 121 рази вище порівняно із системами без низькомолекулярних ПАР та NaКМЦ. Екстремальний характер кривих дозволяє констатувати, що NaКМЦ, володіючи поверхнево-активними властивостями, може адсорбуватися на дестабілізованих жирових частинках, забезпечуючи їх флотацію під час збивання та, відповідно, високу механічну міцність піноемультсійної системи.

Відповідно до інноваційного задуму продукту передбачається використання рослинних олій, що не містить транс-ізомерів жирних кислот. Тому для

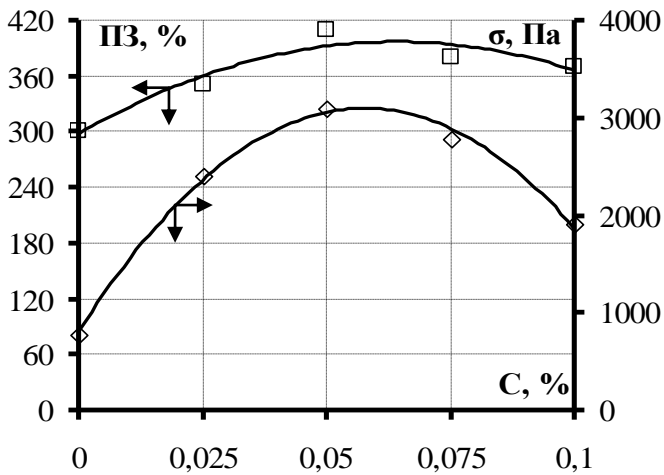


Рис. 2. Піноутворююча здатність (ПЗ) (□) та механічна міцність (σ) (◇) піноемульсійних гомогенізованих систем «відновлене знежирене молоко (3,5%)-какао-масло (25%)-E472b-E472e-E322-NaКМЦ» від вмісту (С) NaКМЦ (за вмісту E472b – 0,4%, E472e – 0,6%, E322 – 0,3%)

дослідження обрано какао-масло, кокосову олію та повністю гідрогенізовану пальмоядрову олію. Установлено, що найвищою механічною міцністю (3100 ± 155 Па) та ПЗ ($410 \pm 17\%$) характеризуються системи з какао-маслом; за використання повністю гідрогенізованої пальмоядрової олії ці показники становлять 2470 ± 123 Па та $400 \pm 16\%$, кокосової олії – 1150 ± 58 Па та $360 \pm 18\%$ відповідно. Це, ймовірно, пов'язано зі співвідношенням рідких та твердих тригліцеридів в складі рослинних олій. Таким чином, за величинами механічної міцності та ПЗ раціональним є використання какао-масла, що характеризується вищим вмістом твердих тригліцеридів, однак, може бути використана й повністю гідрогенізована пальмоядрова олія.

Закономірності стабілізації чи дестабілізації емульсій, пін і піноемульсійних систем доведено визначенням величин граничної напруги зсуву міжфазних адсорбційних шарів.

Установлено, що введення E472e у відновлене знежирене молоко суттєво збільшує ГНЗ МАШ, що корелює зі збільшенням піноутворюючої здатності систем та зменшенням кількості дестабілізованого жиру під час збивання емульсій. Введення E472b практично не впливає на величину ГНЗ МАШ порівняно із системами без ПАР, E322 ефективно знижує ГНЗ МАШ, що корелює зі зниженням піноутворюючої здатності та забезпечує високий ступінь дестабілізації емульсії під час збивання. Сумісне використання двох ПАР (E472e та E472b) забезпечує збільшення ГНЗ МАШ як на межі розділу фаз вода-олія в 22...24 рази, так і на межі розділу фаз вода-повітря – в 16...21 разів.

Введення в систему ПАР E322, що містить відновлене знежирене молоко, E472e, E472b, дозволяє досягти збільшення ГНЗ МАШ на межі розділу фаз вода-повітря з $(2,7...3,2) \times 10^{-3}$ до $(3,0...4,0) \times 10^{-3}$ Н/м та знизити ГНЗ МАШ на межі розділу фаз вода-олія з $(11,0...14,0) \times 10^{-3}$ до $(1,9...3,9) \times 10^{-3}$ Н/м, що є необхідною умовою створення піноемульсійних систем шляхом збивання емульсій.

Наявність однієї межі розділу фаз не дозволяє виявити механізми поведінки піноемульсійних систем. Для встановлення механізмів утворення піноемульсійних систем визначено ГНЗ МАШ на межі розділу фаз вода-повітря за наявності межі розділу фаз вода-олія.

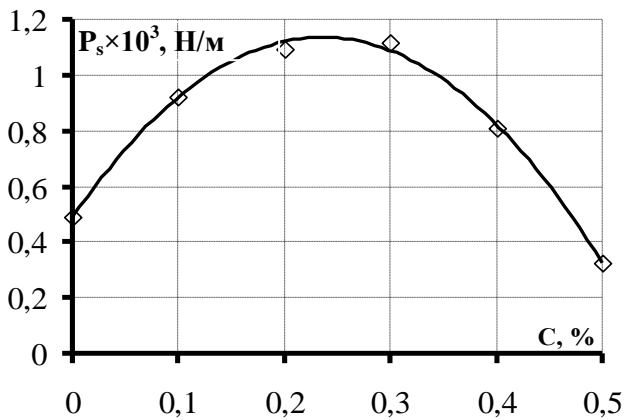


Рис. 3. Гранична напруга зсуву (P_s) МАШ системи «відновлене знежирене молоко (0,35%)-какао-масло-E472b-E472e-E322» від вмісту (C) E322 за температури $4 \pm 1^\circ\text{C}$ на межі розділу фаз вода-повітря (за вмісту E472e – 0,6%, E472b – 0,4%)

Доведено, що кристалізація олії призводить до десорбції білків молока з міжфазної поверхні вода-олія і, як наслідок, до збільшення міцності міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз вода-повітря в 1,7 рази. Установлено (рис. 3), що залежність ГНЗ МАШ системи «відновлене знежирене молоко-какао-масло-E472b-E472e-E322» за вмісту E472e 0,6%, E472b 0,4% на межі розділу фаз повітря-вода від вмісту ПАР E322 має екстремальний характер із максимумом, що відповідає вмісту E322 0,3% та становить $(1,12 \pm 0,05) \times 10^{-3}$ Н/м й корелює з піноутворюючою здатністю піноемulsionних систем. Таким чином обґрунтовано технологічні параметри одержання піноемulsionних систем, що покладено в основу технології виробництва напівфабрикату

збивного з використанням какао-масла.

У **четвертому розділі** «Розробка технології напівфабрикату збивного з використанням какао-масла та рекомендації щодо його використання у складі харчової продукції» узагальнено результати дослідження з обґрунтування технологічних параметрів одержання напівфабрикату збивного з використанням какао-масла, визначено роль окремих технологічних операцій – відновлення сухого знежиреного молока, гомогенізації рецептурної суміші, збивання напівфабрикату у забезпеченні високих показників якості. Визначено зміни органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників, обґрунтовано умови та строки зберігання напівфабрикату збивного. Досліджено вплив харчових інгредієнтів – цукру білого, сиру кисломолочного, олії соняшникової, какао, масла вершкового та рН на величини ПЗ, механічної міцності напівфабрикату збивного, що стало підґрунтям розробки рецептурного складу та технології виробництва кремів оздоблювальних та солодких страв на його основі.

Установлено, що раціональною температурою відновлення знежиреного молока є $70 \dots 75^\circ\text{C}$ протягом $(10 \dots 12) \times 60$ с, за якої досягається максимальний вміст розчинних білків молока. У ході експериментальних досліджень на клапанному гомогенізаторі встановлено, що досягнення середнього діаметра жирових частинок $(0,20 \pm 0,01) \times 10^{-6}$ м забезпечується за тиску гомогенізації 10×10^6 Па. Однак під час зберігання гомогенізованого збивного напівфабрикату більше 12×60^2 с відбувається передчасна агломерація жиру. Експериментально доведено, що двостадійна гомогенізація (на першому етапі за тиску 10×10^6 Па, другому – 5×10^6 Па) забезпечує руйнування агломератів та забезпечує стійкість системи під час зберігання.

Шляхом дослідження ПЗ та механічної міцності піноемulsionі визначено раціональні параметри збивання: температура $4 \dots 6^\circ\text{C}$, тривалість $(4,5 \dots 5) \times 60$ с (рис. 4). Установлено, що процес збивання можна умовно поділити на три етапи. На першому етапі (до 2×60 с) відбувається інтенсивний процес піноутворення (рис. 4, крива – □) за рахунок реалізації функціонально-технологічних

властивостей білків молока, механічна міцність піноемulsії практично не змінюється (рис. 4, крива – \diamond). На другому етапі (з 2×60 с до $4,5 \times 60$ с) піноутворююча здатність системи суттєво збільшується, досягаючи значень $450 \pm 22\%$; спостерігається зростання кількості дестабілізованого жиру (рис. 4, крива – Δ). Ймовірно, на цьому етапі відбувається заміна білка в міжфазному шарі вода-повітря на жирові частинки, про що свідчить збільшення механічної міцності. На третьому етапі досягається повна дестабілізація жиру ($96 \pm 4\%$), механічна міцність піноемulsії збільшується до 3200 ± 160 Па, завершується процес заміни білків на жирові агрегати на поверхні бульбашок повітря. Порівняння фізико-хімічних показників розробленого напівфабрикату з аналогами, представленими на ринку України, показує, що він характеризується вищими показниками ПЗ – в 1,2...1,4 рази, механічної міцності – 1,3...1,5 рази за однакових показників СП.

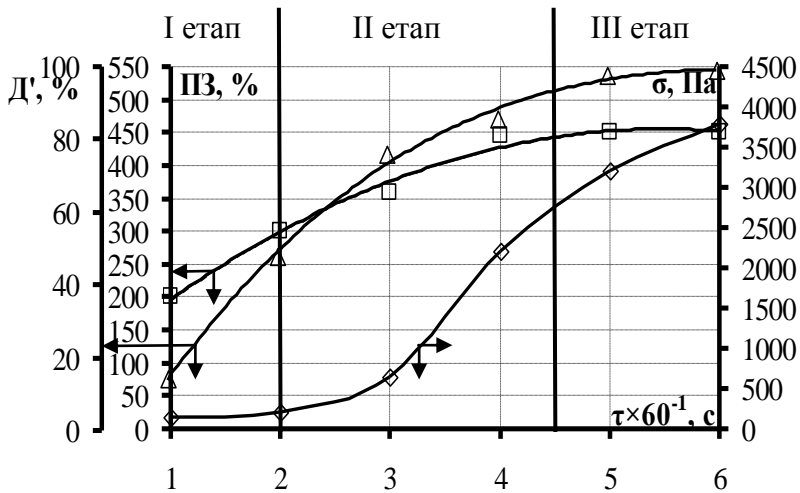


Рис. 4. Піноутворююча здатність (ПЗ) (□), механічна міцність піноемulsії (σ) (\diamond) та ступінь дестабілізації жиру (D') (Δ) напівфабрикату збивного від тривалості збивання

На підставі узагальнення результатів аналітичних та експериментальних досліджень розроблено технологічну схему виробництва напівфабрикату збивного з використанням какао-масла (рис. 5).

Визначено вплив харчових інгредієнтів та сировини на ПЗ, СП та механічну міцність піноемulsії. Доведено, що раціональний вміст цукру білого становить 7...12%, сиру кисломолочного – до 15%, какао – 7...8%, рН систем не повинно бути нижче за 5,5, що забезпечує величину піноутворюючої здатності вище 300%. Показа-

но негативний вплив масла вершкового та олії соняшnikової на процес піноутворення, що призводить до руйнування піноемulsії; доведено, що за необхідності збільшення вмісту жирової фази введення жиру необхідно здійснювати у вигляді прямої емulsії.

Досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники напівфабрикату збивного з використанням какао-масла та їх зміни під час зберігання. Установлено, що напівфабрикат збивний з використанням какао-масла містить $26,5 \pm 1,3\%$ жирів, $1,10 \pm 0,05\%$ білків, $11,7 \pm 0,6\%$ вуглеводів. Обґрунтовано гарантійний термін зберігання напівфабрикату збивного з використанням какао-масла – протягом 28 діб у герметичній упаковці за температури $4...6^\circ\text{C}$ та відносної вологості повітря не вище 75%, в межах якого не спостерігається змін органолептичних, структурно-механічних та фізико-хімічних показників. Установлено, що лімітуючим чинником зберігання є мікробіологічні показники. Доведено, що какао-масло в складі напівфабрикату збивного стійке до окислення, упродовж 35 діб зберігання кислотне число збільшується з $0,21 \pm 0,01$ мг КОН/г до $0,49 \pm 0,02$ мг КОН/г, що нижче за гранично-допустиме значення (3,48 мг КОН/г) відповідно вимогам ДСТУ 5004.

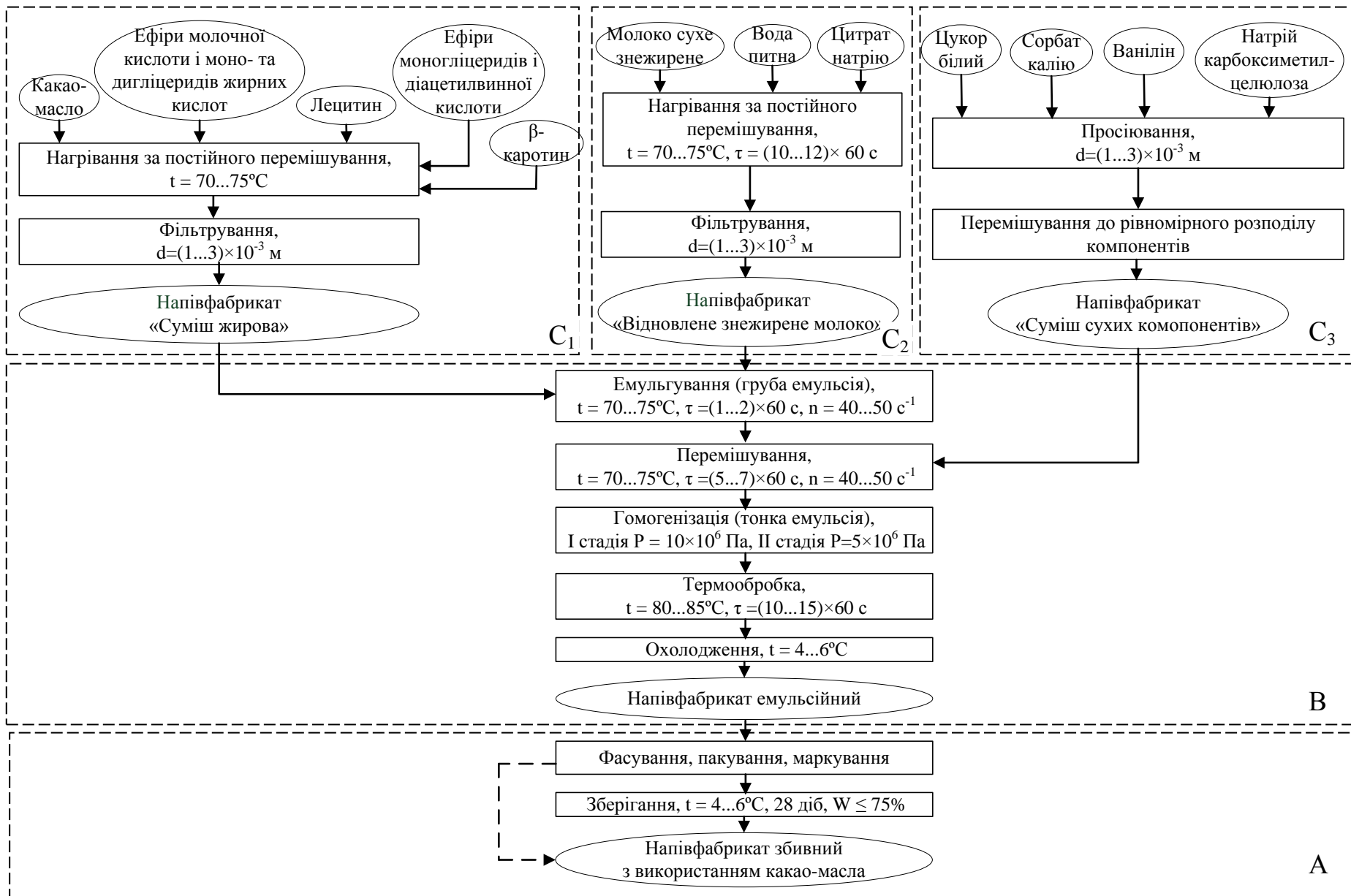


Рис. 5. Технологічна схема виробництва напівфабрикату збивного з використанням какао-масла

Проведені дослідження стали підґрунтям для розробки рекомендацій з використання напівфабрикату збивного для виробництва кремів оздоблювальних та солодких страв. Визначено шляхи розширення асортименту нової продукції, встановлено основні фізико-хімічні показники розроблених кремів оздоблювальних та солодких страв.

На основі одержаних експериментальних даних обґрунтовано технологічні параметри виробництва солодких страв та кремів оздоблювальних на основі напівфабрикату збивного. Розроблено технологічні схеми та рецептурний склад п'яти солодких страв (мус «Фруктовий», крем «Ноктюрн», крем «Шарм», десерт «Молочний», морозиво «Семіфредо лимонний») та п'яти кремів оздоблювальних («Шоколадний», «Апельсиновий», «Маковий», «Ванільний», «Сирнофруктовий»).

У **п'ятому розділі** наведено результати розрахунку соціально-економічної ефективності розробленої технології виробництва напівфабрикату збивного з використанням какао-масла, які підтверджують доцільність його виробництва та конкурентоспроможність на продуктовому ринку України. Узагальнено дані щодо апробації результатів дослідження.

Установлено, що підсумковим економічним ефектом є зниження відпускної ціни готової продукції – напівфабрикату збивного – за запропонованою технологією виробництва на 9,8% порівняно з вітчизняним аналогом. Під час порівняння з якісними характеристиками продукту-аналога пропонуваній нами вид продукції має істотно вище значення комплексного показника якості 4,55 проти 3,78 відповідно.

Виконано комплекс робіт із упровадження результатів дослідження. Розроблено та затверджено ТУ У 10.7–01566330–290:2014 «Суміш рідка для збивання «Air cream (Еір крім)», технологічну інструкцію з її виробництва та технологічну інструкцію з виробництва солодких страв та кремів оздоблювальних на основі розробленого напівфабрикату. Нові технології впроваджено у ТОВ «Тайфун-2000» та ФОП Софроні А.В. (м. Харків), результати досліджень – в освітній процес ХДУХТ.

ВИСНОВКИ

1. Аналітично підтверджено актуальність розробки технології напівфабрикату збивного з використанням какао-масла, визначено критерії вибору низькомолекулярних поверхнево-активних речовин та флотажного агента, що забезпечує одержання технологічно стійких піноемульсійних систем з високою механічною міцністю.

2. Науково обґрунтовано роль основних рецептурних компонентів в утворенні піноемульсійних систем: сухе знежирене молоко, какао-масло, низькомолекулярні поверхнево-активні речовини, що забезпечують утворення прямої емульсії; Е472е (ефіри діацетилвинної кислоти й моно- та дигліцеридів жирних кислот) – високу піноутворюючу здатність; Е472b (ефіри молочної кислоти й моно- та дигліцеридів жирних кислот) –агломерацію жирових частинок;

E322 (лецитин) – десорбцію білків з міжфазної поверхні; натрій карбоксиметилцелюлоза – флотацію жирових частинок.

3. На основі узагальнення основних фізико-хімічних показників піноподібних та піноемульсійних систем визначено раціональний вміст сухого знежиреного молока – 3,5...4,0% (за рН 6,8...7,0, що забезпечується введенням цитрату натрію), какао-масла – 23...27%, E472e – 0,6...0,7%, E472b – 0,4...0,5%, E322 – 0,25...0,35% та натрій карбоксиметилцелюлози – 0,04...0,06%. За визначених умов піноемульсійні системи характеризуються піноутворюючою здатністю $410 \pm 17\%$, ступенем дестабілізації жиру – $96 \pm 4\%$ та високою механічною міцністю – 3100 ± 155 Па, що у 121 разів вище порівняно із системами без низькомолекулярних ПАР та NaКМЦ.

4. Шляхом визначення закономірностей змін граничної напруги зсуву міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз вода-олія та вода-повітря визначено роль білків молока й ПАР та їх сумішей у регулюванні стійкості піноподібних, емульсійних та піноемульсійних систем. Доведено необхідність введення в піноемульсійні системи «відновлене знежирене молоко – какао-масло» трьох поверхнево-активних речовин – E472e, E472b, E322, що забезпечує збільшення міцності міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз вода-повітря за одночасного зменшення міцності міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз вода-олія. Експериментально підтверджено зв'язок між піноутворюючою здатністю, ступенем дестабілізації жиру та механічною міцністю міжфазних адсорбційних шарів у піноемульсійних системах.

5. Науково обґрунтовано технологічні параметри одержання напівфабрикату збивного з використанням какао-масла. Визначено раціональний діапазон температур відновлення сухого знежиреного молока й емульгування олії, що становить 70...75°C. Встановлено раціональні параметри та необхідність двостадійної гомогенізації емульсії за температури 70...75°C: на першій стадії – за тиску 10×10^6 Па, на другій – за тиску 5×10^6 Па, що дозволяє досягти середнього діаметра жирових кульок $(0,20 \pm 0,01) \times 10^{-6}$ м.

6. Науково обґрунтовано та розроблено технологію та рецептурний склад напівфабрикату збивного з використанням какао-масла, які покладено в основу розроблених та затверджених технічних умов ТУ У 10.7–01566330–290:2014 «Суміш рідка для збивання «Air cream» (Еір крім)» та технологічної інструкції до ТУ У 10.7–01566330–290:2014.

7. Досліджено основні органолептичні, фізико-хімічні показники та показники безпечності напівфабрикату збивного з використанням какао-масла, визначено його харчову цінність. Установлено, що напівфабрикат збивний з використанням какао-масла містить $26,5 \pm 1,3\%$ жирів, $1,10 \pm 0,05\%$ білків, $11,7 \pm 0,6\%$ вуглеводів. Визначено умови та тривалість зберігання напівфабрикату в герметичній упаковці, що становить 28 діб за температури 4...6°C за відносної вологості повітря не вище 75%.

8. Науково обґрунтовано раціональні параметри збивання напівфабрикату збивного з використанням какао-масла. Доведено, що збивання необхідно здійснювати за температури 4...6°C протягом $(4,5...5,0) \times 60$ с, що забезпечує піно-

утворюючу здатність $450 \pm 22\%$, повний ступінь дестабілізації жиру та механічну міцність піноемulsії 3200 ± 160 Па.

9. Розроблено рекомендації щодо використання напівфабрикату збивного з використанням какао-масла в технології напівфабрикатів оздоблювальних та солодких страв та асортимент продукції, який налічує 10 найменувань. Розроблено та затверджено технологічну інструкцію з виробництва напівфабрикатів оздоблювальних та солодких страв, визначено їх органолептичні властивості та поживну цінність.

10. Проведено комплекс організаційно-технологічних заходів із упровадження результатів дослідження у виробництво ТОВ «Тайфун-2000» та ФО-П «Софроні А.В. (м. Харків) та освітній процес ХДУХТ. Розрахунок соціально-економічної ефективності показав, що розроблений напівфабрикат з використанням какао-масла має вартість на 9,8% нижчу порівняно з існуючими аналогами за одночасного вищого комплексного показника якості 4,55 проти 3,78.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Омельченко С. Б. Вивчення міжфазних адсорбційних шарів з метою розробки технології молочної продукції / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 5/11 (71). – С. 46–51. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз – Index Copernicus, Російський індекс наукового цитування (РИНЦ), Ulrich’s Periodicals Directori, DRIVER, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), WorldCat, Electronic Journals Library, DOAJ, EBSCO, ResearchLib, American Chemical Society.** *Внесок здобувача: досліджено формування міжфазних адсорбційних шарів в пінах і емульсіях з метою визначення виду та концентрації ПАР, що дозволяють регулювати міцність міжфазних адсорбційних шарів.*

2. Omelchenko S. Argumentation of emulsifier part in the recipe of foam and emulsion dairy products containing vegetable fats / S. Omelchenko, A. Goralchuk, O. Grinchenko // The Advanced Science Journal. – USA, 2014. – Issue 7. – Pp. 28–32. **Стаття у науковому періодичному виданні США, з напрямку, з якого підготовлено дисертацію; видання включено до міжнародних наукометричних баз – Index Copernicus, CrossRef.** *Внесок здобувача: досліджено вміст ПАР в рецептурному складі молочних піноемulsійних продуктів з метою вивчення впливу основних рецептурних компонентів на піноутворюючу здатність і стійкість піни.*

3. Омельченко С. Б. Вплив технологічних параметрів на формування міжфазних адсорбційних шарів систем «молоко знежирене – поверхнево-активна речовина» / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук, С. В. Журавльов // French Journal of Scientific and Educational Research. – 2014. – Vol. 2. (12). – Pp. 332–343. **Стаття у науковому періодичному виданні Франції, з напрямку, з якого підготовлено дисертацію.** *Внесок здобувача: досліджено механізм формування міжфазних адсорбційних шарів на межі розділу фаз вода-олія, вода-повітря в системах, що містять білки молока, ПАР та їх суміші.,*

4. Омельченко С. Б. Збивні напівфабрикати на основі рослинних олій / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук, О. О. Гринченко // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – № 6. – С. 26–30. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз – International System for Agricultural Science and Technology (AGRIS), Російський індекс научного цитування (РИНЦ), Ulrich’s Periodicals Directori.** *Внесок здобувача: визначено інноваційну концепцію розробки та розроблено модель рецептурного складу і технологічної системи з виробництва збивних напівфабрикатів.*

5. Омельченко С. Б. Визначення раціональних параметрів технологічного процесу виробництва оздоблювальних напівфабрикатів / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук, Н. В. Федак // Scientific Journal Science Rise. – 2015. – № 2/2 (7). – С. 73–77. **Стаття у виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз – Російський індекс научного цитування (РИНЦ), CrossRef, WorldCat, DOAJ, BASE, ResearchBib, DRJL, CiteFactor, OAJL, Ulrich’s Periodicals Directori, Scientific Indexing Services, Sherpa/Romeo, Advanced Science Index, General Impact Factor.** *Внесок здобувача: визначено раціональні технологічні параметри виробництва оздоблювального напівфабрикату на основі рослинних олій з метою використання його у виробництві кремів для кондитерських виробів та десертів.*

6. Омельченко С. Б. Визначення міцності міжфазних адсорбційних шарів у піноемulsionних системах / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук, О. О. Гринченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2014. – Вип. 2 (20). – С. 238–247. *Внесок здобувача: досліджено формування міжфазних адсорбційних шарів у піноемulsionних системах з метою установаження концентрації ПАР і СЗМ, що дозволяють регулювати міцність МАШ у піноемulsionних системах.*

7. Омельченко С. Б. Визначення впливу харчових інгредієнтів на показники якості напівфабрикату збивного оздоблювального / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук, О. О. Гринченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2015. – Вип. 1 (21). – С. 343–352. *Внесок здобувача: досліджено вплив харчових інгредієнтів на показники якості напівфабрикату збивного.*

8. Пат. на винахід 106859 UA, МПК 2006.01 A23G 3/52, A21D 13/08. Спосіб одержання пластичної кондитерської кремово-збивної маси / Горальчук А. Б., Омельченко С. Б., Гринченко О. О., Неклеса О. П. ; заявник та патентовласник / Харк. держ. ун-т харч. та торг. (Україна). – № a201314677 ; заявл. 16.12.2013 ; опубл. 25.07.2014, Бюл, опубл. 10.10.2014, Бюл. № 19. – 4 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, вибрано суміш ПАР, що дозволять отримати піноемulsionні продукти.*

9. Омельченко С. Б. Перспективи використання олії в технології кондитерських кремів / С. Б. Омельченко, М. В. Ніколаєнко, А. Б. Горальчук // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі : всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів,

25 квітня 2012 р. : тези – Харків : ХДУХТ, 2012. – Ч. 1– С. 19. *Внесок здобувача: визначено вид рослинної олії в технології кондитерських кремів.*

10. Омельченко С. Б. Аналітичне обґрунтування рецептурного складу оздоблюючих напівфабрикатів на основі олії / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Торгівля та готельно-ресторанний бізнес: інноваційний розвиток в умовах глобалізації : всеукр. наук.-практ. конф., присвячена 90-річчю з дня народження ректора університету (1967-1988 рр.) к.е.н., професора, заслуженого діяча вищої школи Української РСР І.Г. Бережного, 20 квітня 2012 р. : тези. – Харків : ХДУХТ, 2012. – Ч. 2 – С. 282. *Внесок здобувача: визначено актуальність розробки технології оздоблювальних напівфабрикатів та сформульовано інноваційний задум продукту.*

11. Омельченко С. Б. Вплив температури на міцність міжфазних адсорбційних шарів / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг : міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 75-річчю від дня народження ректора університету (1988–1991 рр.), д-ра техн. наук, проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ – М. І. Беляєва, 19 листопада 2013 р. : тези. – Х. : ХДУХТ, 2012. – С. 93–94. *Внесок здобувача: обґрунтовано параметри одержання стійких піноподібних продуктів.*

12. Омельченко С. Б. Обґрунтування вмісту емульгаторів у складі піноемульсійних продуктів / С. Б. Омельченко, І. М. Шаня, А. Б. Горальчук // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 25 квітня 2013 р. : тези. – Харків : ХДУХТ, 2013. – Ч. 1. – С. 53. *Внесок здобувача: досліджено вплив ПАР та їх сумішей на піноутворюючу здатність та стійкість піни.*

13. Омельченко С. Б., Горальчук А. Б. Обоснование рецептурного состава молочных пеноэмульсионных продуктов с использованием растительных жиров» / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Наука о питании: технологии, оборудование и безопасность пищевых продуктов : материалы междунар. научн.-практ. конф. – 17 березня Саратов, 2013 г. тезисы – С. : СГАУ им. Вавилова, 2013. – С.141-147. *Внесок здобувача: систематизовано літературні дані, на основі піноутворюючої здатності, стійкості піни обґрунтовано використання молока сухого знежиреного та поверхнево-активних речовин в складі піноемульсійних продуктів.*

14. Омельченко С. Б. Вивчення впливу рецептурного складу збивних напівфабрикатів на механічну міцність пін / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві : міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 12-14 листопада 2014 р. : тези. – Х. : ХДУХТ, 2014. – С. 61–62. *Внесок здобувача: визначено раціональний вміст основних рецептурних компонентів, що забезпечують механічну міцність піни та параметри гомогенізації.*

15. Омельченко С. Б. Визначення впливу цукру на піноутворюючу здатність і стійкість піни напівфабрикату збивного оздоблювального / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми : міжнар. наук.-практ. конф. 16 вересня 2015 р. : тези – Одеса : ОНАХТ, 2015. –

С. 67–69. *Внесок здобувача: досліджено вплив цукру на піноутворюючу здатність і стійкість піни напівфабрикату збивного оздоблювального для виробництва кремів.*

16. Омельченко С. Б. Визначення ролі поверхнево-активних речовин у формуванні міжфазних адсорбційних шарів / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : міжнар. наук.-практ. конф. : 8 вересня 2015 р. тези – Х. : ХДУХТ, 2015. – С. 291–292. *Внесок здобувача: досліджено введення в систему трьох ПАР, що дозволяють шляхом регулювання міцності МАШ досягти одержання стійких піноемulsionних систем.*

17. Омельченко С. Б. Визначення раціональних параметрів технологічного процесу виробництва оздоблювальних напівфабрикатів / С. Б. Омельченко, А. Б. Горальчук // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2015 р. : тези у 2-х ч. – Х. : ХДУХТ, 2015. – Ч. 1. – С. 32–34. *Внесок здобувача: визначено раціональні технологічні параметри виробництва оздоблювального напівфабрикату на основі рослинної олії з метою використання для виробництва кремів для кондитерських виробів та десертів.*

АНОТАЦІЯ

Омельченко С. Б. Технологія напівфабрикату збивного з використанням какао-масла. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2016.

У дисертації науково обґрунтовано та розроблено технологію напівфабрикату збивного з використанням какао-масла.

Обґрунтовано використання сухого знежиреного молока, поверхнево-активних речовин (ПАР), какао-масла та смакових компонентів в технології напівфабрикату збивного. Установлено залежності піноутворюючої здатності, стійкості, механічної міцності піноемulsionних систем та ступеня дестабілізації жиру від вмісту сухого знежиреного молока, ПАР, какао-масла. Обґрунтовано раціональний вміст основних рецептурних компонентів і технологічні параметри виробництва напівфабрикату збивного з використанням какао-масла. Розроблено рекомендації щодо використання напівфабрикату збивного з використанням какао-масла для солодких страв та кремів оздоблювальних.

Розроблено та затверджено нормативну документацію (ТУ У 10.7–01566330–290:2014 «Суміш рідка для збивання «Air cream» (Еір крім)» та технологічну інструкцію з її виробництва). Визначено економічну ефективність упровадження розробок.

Ключові слова: напівфабрикат збивний, піноемulsionсії, поверхнево-активні речовини, креми, піноутворююча здатність, стійкість піни, механічна міцність, ступінь дестабілізації жиру.

АННОТАЦИЯ

Омельченко С. Б. Технология полуфабриката сбивного с использованием какао-масла.–Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология пищевой продукции. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2016.

В диссертации научно обоснована и разработана технология полуфабриката сбивного с использованием какао-масла.

Обосновано использование сухого обезжиренного молока, поверхностно-активных веществ (ПАВ), какао-масла и вкусовых компонентов в технологии полуфабриката сбивного. Установлены зависимости пенообразующей способности, стойкости пены, механической прочности пеноэмульсионных систем и степени дестабилизации жира от содержания сухого обезжиренного молока, ПАВ, какао-масла. Обосновано рациональное содержание основных рецептурных компонентов и технологические параметры производства полуфабриката сбивного с использованием какао-масла.

Разработаны рекомендации по использованию полуфабриката сбивного с использованием какао-масла для сладких блюд и кремов отделочных.

Разработана и утверждена нормативная документация (ТУ У 10.7-01566330-290:2014 «Смесь жидкая для взбивания «Air cream» (Эир крим)») и технологическая инструкция по ее производству). Рассчитана социально-экономическая эффективность внедрения разработок.

Ключевые слова: полуфабрикат сбивной, пеноэмульсии, поверхностно-активные вещества, кремы, пенообразующая способность, устойчивость пены, механическая прочность, степень дестабилизации жира.

ANNOTATION

Omelchenko S.B. Technology of semi-finished whipped product with the use of cocoa-butter. – Manuscript.

Thesis for Candidate's degree of technical sciences by speciality 05.18.16 – Technology of Food Production. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2016.

The actuality of the theme of the dissertation research is substantiated, the aim and the tasks of the research are formulated, scientific novelty and practical value of the obtained results are specified. The information concerning their approbation and realization, the author's publications is presented, the structure and volume of the work are specified.

The research presents analytical review of scientific, technical and patent literature on scientific and practical aspects of creating and use of whipped semi-products with the use of oils. Modern trends of using oils, surface-active substances (SAS) in

food products composition re generalized. Their role in foaming and provision of foam stability of foam-emulsive products is clarified, and the reasonability of their application is proved.

The necessity of developing the technologies of the whipped semi-product for sweet dishes and decorating creams with foaming structure is scientifically substantiated. They re characterized by high foaming ability, foam stability, mechanical strength. No hydrogenated oils are not used in the recipes.

The working hypothesis, according to which the reception of the products with foam emulsive structure based on whipped semi-product with a high foaming capacity, stability and mechanical strength, is possible due to the controlled process of the emulsion formation, its destabilization during foaming, flotation of fat particles and their adhesion on the air particles.

Based on the working hypothesis, a model of creating foaming system is developed. Two stages (1 – foam formation, 2 – formation and stabilization of foam emulsion) are distinguished within this model. Composition of the system (dry skimmed milk, cocoa butter, low molecular SAS with high and low GLB, flotation agent) and the mechanism of providing technological stability of foam emulsion are forecasted.

The technology of whipped semi-finished product with the use of cocoa butter is scientifically substantiated and developed in the dissertation.

The application of dry semi-skimmed milk, surface-active substances (SAS), and cocoa butter and flavoring components is substantiated. Rational content of dry semi-skimmed milk is determined - 3,5...4,0% (at pH 6,8...7,0, that is provided by the introduction of sodium citrate), cocoa butter – 23...27%, E472e – 0,6...0,7%, E472b – 0,4...0,5%, E322 – 0,25...0,35% and sodium carboxymethyl cellulose – 0,04...0,06%. Under the specified conditions foam-emulsive systems are characterized by foaming ability $410 \pm 17\%$, the level of fat destabilization – $96 \pm 4\%$ and high mechanical strength – 3100 ± 155 Pa that is 121 times higher in comparison with the systems without low-molecular surface-active substances and sodium carboxymethyl cellulose.

The role of proteins and surface-active substances and their mixtures in regulation of foam-like, emulsive and foam-emulsive systems is determined by the specification of regularities in changes of critical voltage of interface layers on the line of water-oil and water-air phases' division.

Technological parameters of obtaining whipped semi-finished product with the use of cocoa butter are substantiated. Rational range of temperatures for the recovery of dry semi-skimmed milk and oil emulsification that equals 70...75⁰C. Reasonable parameters and the necessity of two-stage homogenization of the emulsion at temperatures 70...75⁰C are determined: at the first stage - at pressure 10×10^6 Pa, at the second – at pressure 5×10^6 Pa, that permits to achieve an average diameter of fatty balls $(0,2 \pm 0,01) \times 10^{-6}$ m. It is proved that whipping should be performed at temperature

4...6⁰C for (4,5...5,0)×60 s, that guarantees foaming ability 450±22%, full level of fat destabilization and mechanical strength of foam-emulsion 3200±160 Pa.

Based on the performed investigations, a number of recommendations on using the whipped semi-finished product with the use of cocoa butter for sweet dishes and creams are developed.

Normative documentation (TU U 10.7-01266330-290:2014 “Liquid mixture for whipping “Air cream” and technological instruction on its manufacture) is worked out and approved. The technology of whipped semi-finished product for sweet dishes and creams with its use are approbated in catering and food industry enterprises of Ukraine. The results of scientific investigations are introduced into educational process. Social-economic efficiency of introducing the developed technology of manufacturing whipped semi-product with the use of cocoa-butter is calculated. They prove the expediency of its manufacture and competitiveness in food market of Ukraine.

Keywords: whipped semi-finished, foam emulsion, surfactants, cream, foaming ability, foam stability, mechanical strength, the degree of fat destabilization.

Підписано до друку 22.02.2016 р. Формат 60×90/16. Папір офсет. Друк офсет.
Умов. друк. арк. 1,4. Тираж 130 прим. Замовл. №

Видавець та виготівник

Харківський державний університет харчування та торгівлі
61051 м. Харків, вул. Клочківська, 333

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №4417 від 10.10.2012 р.