

Катерина Сефіханова,
кандидат технічних наук,
Відокремлений підрозділ
«Дніпровський факультет менеджменту
і бізнесу Київського університету культури»,
Дніпро, Україна,
sefihanova80@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7921-6108>
© Сефіханова К. А., 2020

Владислав Применко,
кандидат технічних наук,
Відокремлений підрозділ
«Дніпровський факультет менеджменту
і бізнесу Київського університету культури»,
Дніпро, Україна,
primenkovlad@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7856-6678>
© Применко В. Г., 2020

Анна Геліх,
кандидат технічних наук,
Сумський національний аграрний університет,
Суми, Україна,
gelihsumy@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3769-1231>
© Геліх А. О., 2020

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ НАПІВФАБРИКАТІВ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНИХ

Актуальність. Створення нових комбінованих продуктів дозволяє економити сировину тваринного походження. Застосування овочевих пюре при виробництві харчових продуктів обумовлено високою харчовою та біологічною цінністю. У зв'язку з вищевикладеним дослідження, спрямовані на розробку нових видів напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі молочно-білкових концентратів (МБК) із додаванням овочевих пюре, є актуальними. **Метою роботи** є обґрунтування розробки технологій напівфабрикатів білково-вуглеводних (НБВ) із додаванням овочевих пюре та проведення моделювання рецептурного складу напівфабрикатів білково-вуглеводних. При написанні статті використовувались наступні **методи дослідження**: стандартні фізико-хімічні, реологічні, методи планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних із використанням сучасних комп'ютерних програм. **Результати.** Теоретично та експериментально обґрунтовано доцільність використання під час розробки технологій НБВ на основі МБК зі сколотин, пюре з моркви та пюре з гарбуза. Проведено моделювання складу нових НБВ, що дозволило звузити діапазон варіювання концентрацій вихідної сировини при подальших дослідженнях. Встановлено, що раціональними концентраціями рецептурних компонентів для НБВ із пюре моркви є: масова частка МБК 50...54 %, пюре моркви 26...30 %, цукру 8...12 %,

стабілізатора 8...12 %; для НБВ з пюре гарбуза – масова частка МБК 46...50 %, пюре гарбуза 30...34 %, цукру 8...12 %, стабілізатора 8...12 %. **Висновки та обговорення.** Розроблені та змодельовані технології НБВ із використанням пюре моркви та гарбуза, що дозволяють більш раціонально використовувати харчовий потенціал молока та продуктів його переробки в комплексі з каротинвмісною рослинною сировиною. Наукова новизна одержаних результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні та експериментальному підтвердженні доцільності використання МБК зі сколотин, пюре з каротинвмісної рослинної сировини у технологіях НБВ.

Ключові слова: моделювання, напівфабрикат, молочно-білковий концентрат, пюре, гарбуз, морква, стабілізатор.

Актуальність проблеми

Постановка проблеми. Недостатнє споживання необхідних білоквміщуючих продуктів, таких як м'ясо, риба, молоко, а також продуктів, що містять рослинний білок, сприяло виникненню серйозної проблеми в області харчування населення всього світу і, зокрема, України (Дейниченко, Гузенко, Мельник & Шеїна, 2018).

Розширення асортименту продуктів харчування, підвищення їх біологічної цінності, а також створення продуктів нового покоління, які відповідають вимогам здорового харчування, є актуальними проблемами сучасного суспільства (Рудавська, Вежлівцева & Бузіян, 2018). Одним із можливих шляхів реалізації цих проблем вважається розробка технологій одержання різних комбінованих продуктів певної фізико-біологічної спрямованості (Мамцев, Козлов & Динякова, 2016).

Створення нових комбінованих продуктів дозволяє економити сировину тваринного походження, зокрема молоко, забезпечуючи тим самим населення повноцінним білковим харчуванням (Трухачёв, Молочников, Орлова & Храмцов, 2017).

Стан вивчення проблеми. Дослідженню хімічного складу, харчової цінності молочної сировини та розробці технологій білкових продуктів харчування на їх основі присвячено безліч досліджень вітчизняних та зарубіжних учених: С. Гуляєва-Зайцева (2009), Г. Дейниченка (2018), В. Козлова (2016), А. Яшина (2015), Г. Поліщук (2015), Г. Рудавської (2018), Н. Ткаченко (2016), А. Храмцова (2017), В. Гніцевич, Т. Юдіної (2018) та ін. Низка науковців продовжує працювати в цьому напрямі, оскільки зазначена проблема не втратила своєї актуальності й на сьогодні.

Невирішені питання. Збільшення випуску біологічно повноцінних комбінованих продуктів харчування актуально у світлі концепції збалансованого харчування, згідно з якою в добовому раціоні людини має бути достатня кількість білків (Борова & Поліщук, 2015; Гніцевич, Юдіна & Гончар, 2018). Основна перевага таких продуктів полягає в потенційній можливості взаємного збагачення інгредієнтів, що входять до їх складу, за одним або кількома факторами з метою найбільш повної відповідності їх формулі збалансованого харчування (Ткаченко, Некрасов & Вікуль, 2016).

Застосування рослинної сировини, зокрема овочевих пюре, при виробництві харчових продуктів обумовлено високою харчовою та біологічною цінністю (Гуляев-Зайцев, Кимачинский & Нарижный, 2009; Яшин & Романова, 2015). У зв'язку з вищевикладеним дослідження, спрямовані на розробку нових видів напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі молочно-білкових концентратів із додаванням овочевих пюре, є актуальними.

Мета і методи дослідження

Мета статті – обґрунтування розробки технологій напівфабрикатів білково-вуглеводних із додаванням овочевих пюре та проведення моделювання рецептурного складу напівфабрикатів білково-вуглеводних.

Методологічною основою дослідження є процес моделювання рецептурного складу напівфабрикатів білково-вуглеводних.

Методи дослідження – стандартні фізико-хімічні, реологічні, методи планування експерименту та математичної обробки експериментальних даних із використанням сучасних комп'ютерних програм.

Інформаційна база дослідження – наукові статті, матеріали міжнародних конгресів та симпозіумів, науково-практичних конференцій, нормативно-технічна документація, патенти.

Результати дослідження

Відомо, що молочні продукти посідають важливе місце у раціоні харчування людини. Сьогодні велика увага приділяється багатокomпонентним продуктам на основі білково-вуглеводної молочної сировини. Такі продукти відрізняються високою харчовою цінністю, оптимальним амінокислотним складом та високою засвоюваністю.

Під час розробки рецептур комбінованих молочних продуктів, а саме напівфабрикатів на основі білково-вуглеводної молочної сировини, немаловажним є грамотний підбір рослинних компонентів за якісними та кількісними характеристиками. Отже, вважали актуальним дослідження складу та властивостей рослинних добавок. Результати досліджень наведені у табл. 1.

Табл. 1. Склад та властивості пюре з рослинної сировини

Tabl. 1. Composition and properties of puree from vegetable raw materials

Показники	Пюре			
	морквяне		гарбузове	
	неущільнене	ущільнене	неущільнене	ущільнене
Масова частка, %: сухих речовин	24,6±0,6	42,3±1,1	14,0±0,4	28,5±0,6
моно- та дисахаридів	21,5±0,5	36,5±0,8	11,8±0,3	23,3±0,5
пектинових речовин	0,4±0,01	0,7±0,01	0,5±0,01	1,1±0,01
клітковини	0,9±0,01	1,3±0,01	0,4±0,01	0,9±0,01
кліткових стінок	2,8±0,06	4,7±0,11	1,7±0,04	3,1±0,05

Масова частка аскорбінової кислоти, мг/100 г	5,1±0,12	7,6±0,18	12,2±0,2	15,0±0,2
pH	5,5±0,14	5,4±0,14	5,4±0,14	5,2±0,14
Гранична напруга зсуву, Па	345,0±9,0	429,0±11,0	254,0±6,0	270,0±7,0

Джерело: власна розробка
Source: own development

Аналіз даних, наведених у табл. 1, дозволив зробити висновки про особливості складу та властивостей рослинної сировини, що у подальшому планується використовувати у молочно-білкових напівфабрикатах.

Морквяне пюре відрізняється підвищеним вмістом сухих речовин, рН, граничною напругою зсуву, кліткових стінок, а також найменшою кількістю пектинових речовин та аскорбінової кислоти. Ущільнене морквяне пюре містить найбільшу кількість моно- та дисахарів, клітковини. Гарбузове пюре відрізняється за кількома показниками: містить найменшу кількість сухих речовин, моно- та дисахарів, клітчатки та кліткових стінок, а також має найменше значення граничної напруги зсуву. Отже, вищезазначені види пюре є перспективною сировиною для використання у технологіях молочно-білкових напівфабрикатів на основі копреципітату із сколотин.

Під час розробки будь-яких нових технологій істотне значення мають не тільки хімічний склад, а й функціональні властивості вихідної сировини, вплив на них фізичних та хімічних факторів, що є метою подальших досліджень у цьому напрямку.

Комбіновані продукти на основі молочної сировини в поєднанні з рослинними компонентами мають високу біологічну цінність. Створення нових комбінованих продуктів дозволяє економити сировину тваринного походження, зокрема молоко, забезпечуючи тим самим населення повноцінним білковим харчуванням. Застосування рослинної сировини, зокрема овочевих пюре, при виробництві харчових продуктів обумовлено високою харчовою та біологічною цінністю.

Важливим етапом приготування комбінованих молочних продуктів, що впливає на органолептичні та фізико-хімічні показники, є приготування овочевих пюре. Пюре являє собою протерту однорідну масу. Під час внесення пюре до рецептури молочних продуктів поліпшується якість харчових продуктів за рахунок підвищення органолептичних показників та харчової цінності, а також консистенції продукту.

Для виробництва пюре використовували свіжі зрілі овочі: моркву та гарбуз. Овочі піддавали попередній підготовці та бланшуванню. Для визначення діаметра вічок сита, при яких пюре має високі органолептичні та фізико-хімічні характеристики, протирання підготовлених овочів здійснювали на ситах із діаметром вічок від 0,7 до 1,4 мм. Досліджували вміст пектинових речовин, сухих речовин, а також реологічні характеристики пюре, а саме граничну напругу зсуву, тобто величину, що характеризує здатність системи здійснювати опір деформації, що здвигає. Результати досліджень надано у табл. 2, 3.

Результати аналізу табл. 2, 3 показали, що з підвищенням розміру часток пюре при протиранні відбувається збільшення значень напруги зсуву. Це обумовлено тим, що зі збільшенням діаметра вічок у пюре переходить більше пектинових та сухих речовин, що формують структуру кінцевого продукту.

Табл. 2. Фізико-хімічні показники пюре з гарбуза

Tabl. 2. Physical and chemical indicators of pumpkin puree

Діаметр вічок сита, мм	Вміст пектинових речовин, г/100 г	Вміст сухих речовин, г/100 г	Гранична напруга зсуву, Па
0,7...0,8	0,46±0,01	13,4±0,3	238±5,0
0,9...1,0	0,50±0,01	14,0±0,4	254,0±6,0
1,1...1,2	0,57±0,01	14,8±0,4	269±6,0
1,3...1,4	0,62±0,01	15,2±0,4	276±6,0

Джерело: власна розробка

Source: own development

Табл. 3. Фізико-хімічні показники пюре з моркви

Tabl. 3. Physical and chemical indicators of carrot puree

Діаметр вічок сита, мм	Вміст пектинових речовин, г/100 г	Вміст сухих речовин, г/100 г	Гранична напруга зсуву, Па
0,7...0,8	0,37±0,01	23,9±0,6	329,0±8,0
0,9...1,0	0,40±0,01	24,6±0,6	345,0±9,0
1,1...1,2	0,42±0,01	25,2±0,6	353,0±10,0
1,3...1,4	0,48±0,01	26,0±0,6	364,0±10,0

Джерело: власна розробка

Source: own development

Однак під час візуального аналізу наявних фракцій було встановлено, що пюре, отримане протиранням крізь сита з діаметром вічок 1,1 мм та більше, є неоднорідною, грубо дисперсною системою. Високі органолептичні показники мало пюре, отримане протиранням крізь сита з діаметром вічок 1,0 мм та менше.

Відповідно до базових потреб споживача харчові системи мають володіти певним набором споживчих властивостей, і одним із ключових чинників, що формує їх параметри, тут виступає моделювання рецептур цих харчових систем.

Нами була поставлена задача спроектувати рецептурний склад білково-вуглеводних напівфабрикатів із заданими органолептичними і структурно-механічними властивостями. Як основні компоненти нами були обрані МБК, пюре моркви та гарбуза і цукрова пудра.

Показник граничної напруги зсуву (ГНЗ) рекомендований нами як заданий маркер при дослідженні напівфабрикатів із пластичною консистенцією, оскільки є найбільш чутливим до зміни технологічних і механічних факторів навіть під час одержання пластичних харчових систем.

Першочергово нами вивчалась залежність ГНЗ від співвідношення основних компонентів модельної системи – «МБК + овочеve пюре». Результати досліджень наведені на рис. 1.

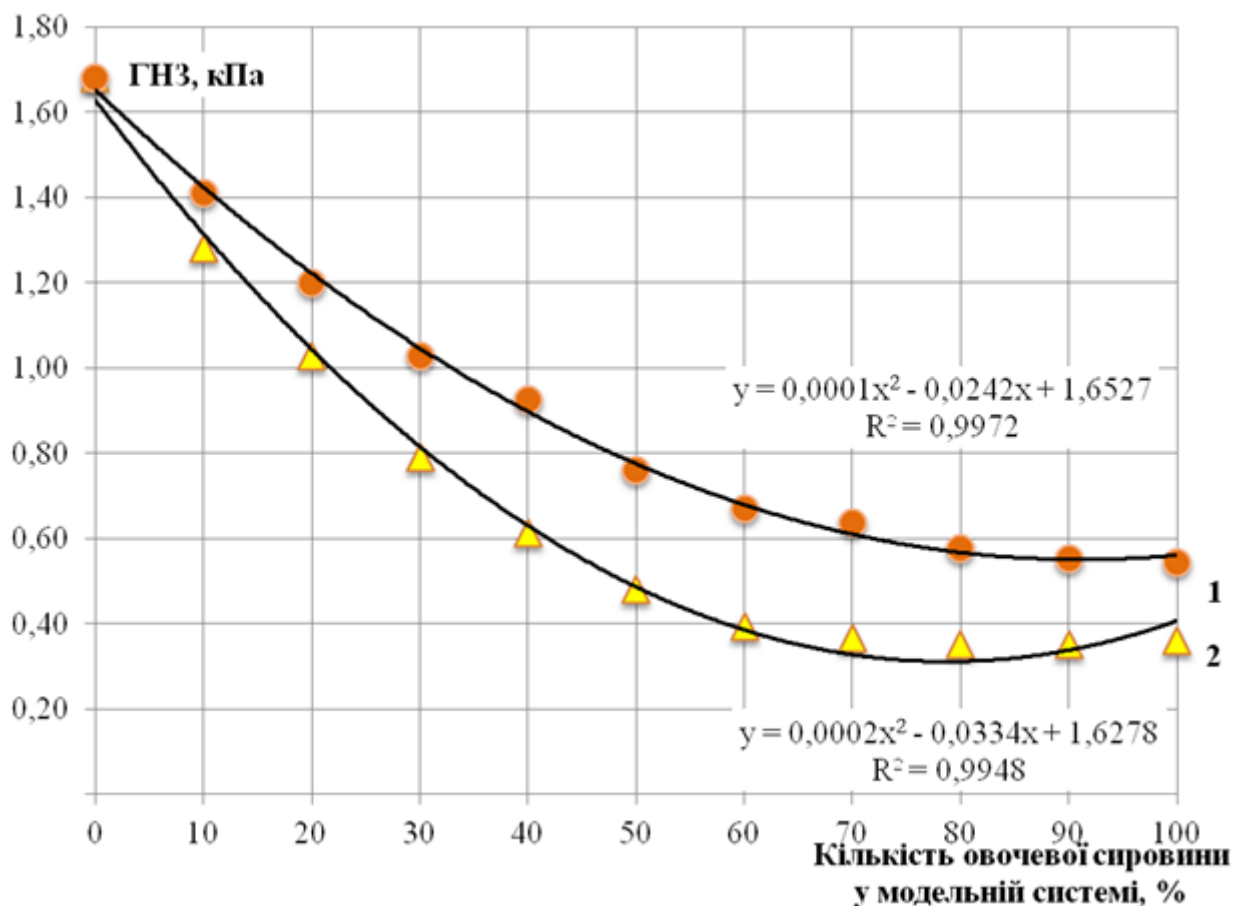


Рис. 1. Зміна ГНЗ двокомпонентної системи «МБК + овочеве пюре» в залежності від кількості овочевого пюре:
 1 – пюре моркви (ПМ); 2 – пюре гарбуза (ПГ)
 Джерело: власна розробка

Fig. 1. Change of the boundary shear stress (BSS) of the two-component system "milk protein concentrate (MPC) + vegetable puree" depending on the amount of vegetable puree:
 1 – carrot puree (CP); 2 – pumpkin puree (PP)
 Source: own development

На рис. 1 чітко проглядається зниження показника ГНЗ, викликане збільшенням частки овочевого пюре в системі. Високий вміст води та слабкий взаємозв'язок частинок протертих овочів найімовірніше є причиною таких низьких показників ГНЗ пюре. Так, підвищення частки овочевого пюре в системі на 20 відсотків знижує показник ГНЗ модельної системи на 28,8...38,8 %, а підвищення концентрації овочевого пюре до 50 відсотків – на 54,7...71,4 %. Також нами помічено менш інтенсивний спад ГНЗ при додаванні морквяного пюре (ПМ), на відміну від гарбузового (ПГ). Як відомо, морквяне пюре містить харчові волокна, які володіють більшою, у порівнянні із гарбузовим, механічною міцністю. Цей факт, у свою чергу, може бути першопричиною, яка пояснює різницю плинності показника ГНЗ для МБК з овочевими пюре. В такому випадку моделювання рецептурного складу потребує врахування виявлених обставин за структурно-механічними показниками.

Для поліпшення смакових властивостей НБВ використовували цукор-пісок білий. Даний рецептурний компонент не тільки виступає підсолоджувачем

харчової системи, а й має безпосередній вплив на всю групу органолептичних показників якості напівфабрикатів. Тому далі досліджували зміни ГНЗ у модельних системах шляхом проведення повнофакторного експерименту типу 2^3 , де 3 – кількість рецептурних складників для кожного НБВ. Як нижні та верхні рівні варіювання факторів застосовували обмеження, що характеризували бажані органолептичні показники. В табл. 4 та 5 наведені матриці планування експериментів. Застосовуючи програмне забезпечення Mathcad, проводили апроксимацію експериментальних даних щодо зміни ГНЗ поліномами другого ступеня.

Табл. 4. Матриця планування експерименту при дослідженні системи «МБК + ПГ + цукор»
Tabl. 4. Experimental planning matrix for the study “MPC + PP + Sugar” system

Номер досліджу	Значення фактора					
	Натуральне			Кодоване		
	МБК, г	ПГ, г	Цукор, г	X_1	X_2	X_4
1	50	50	20	+	+	+
2	30	50	20	-	+	+
3	50	30	20	+	-	+
4	30	30	20	-	-	+
5	50	50	5	+	+	-
6	30	50	5	-	+	-
7	50	30	5	+	-	-
8	30	30	5	-	-	-

Джерело: власна розробка
 Source: own development

Табл. 5. Матриця планування експерименту при дослідженні системи «МБК + ПМ + цукор»
Tabl. 5. Experimental planning matrix for the study “MPC + CP + Sugar” system

Номер досліджу	Значення фактора					
	Натуральне			Кодоване		
	МБК, г	ПМ, г	Цукор, г	X_1	X_3	X_4
1	50	50	20	+	+	+
2	30	50	20	-	+	+
3	50	30	20	+	-	+
4	30	30	20	-	-	+
5	50	50	5	+	+	-
6	30	50	5	-	+	-
7	50	30	5	+	-	-
8	30	30	5	-	-	-

Джерело: власна розробка
 Source: own development

Використовуючи критерій Фішера при 5 %-му рівні значимості перевіряли адекватність розроблених математичних моделей, а значимість коефіцієнтів перевірялась за допомогою визначення довірчого інтервалу.

Після спрощення рівнянь за рахунок невагомих коефіцієнтів були отримані наступні рівняння, що характеризують ГНЗ модельних систем в залежності від вмісту інгредієнтів у кПа:

– модельна система «МБК + ПГ + цукор»

$$Q = 1,375 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_4 + 1,708 \cdot 10^{-4} \cdot X_2 \cdot X_4 + 2,943 \cdot 10^{-4} \cdot X_4^2 - 0,023 \cdot 10^{-4} \cdot X_4 - 3,720 \cdot 10^{-4} \cdot X_4 \cdot X_2 - 2,451 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 + 0,028 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 + 0,016 + 3,430 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 1,316 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2;$$

– модельна система «МБК + ПМ + цукор»

$$Q = -1,077 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_4 + 7,662 \cdot 10^{-6} \cdot X_3 \cdot X_4 + 3,815 \cdot 10^{-5} \cdot X_4^2 + 2,728 \cdot X_4 - 2,381 \cdot 10^{-4} \cdot X_4 \cdot X_3 - 1,184 \cdot 10^{-4} \cdot X_3^2 + 0,017 \cdot X_3 + 5,639 \cdot 10^{-3} + 1,562 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 1,561 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2.$$

На рис. 2 і 3 приведені графіки залежності ГНЗ модельних систем від кількостей пюре і цукру в трикомпонентній системі НБВ з урахуванням того, що заданими від початку експерименту були частки двох компонентів, а частка третього встановлювалася автоматично.

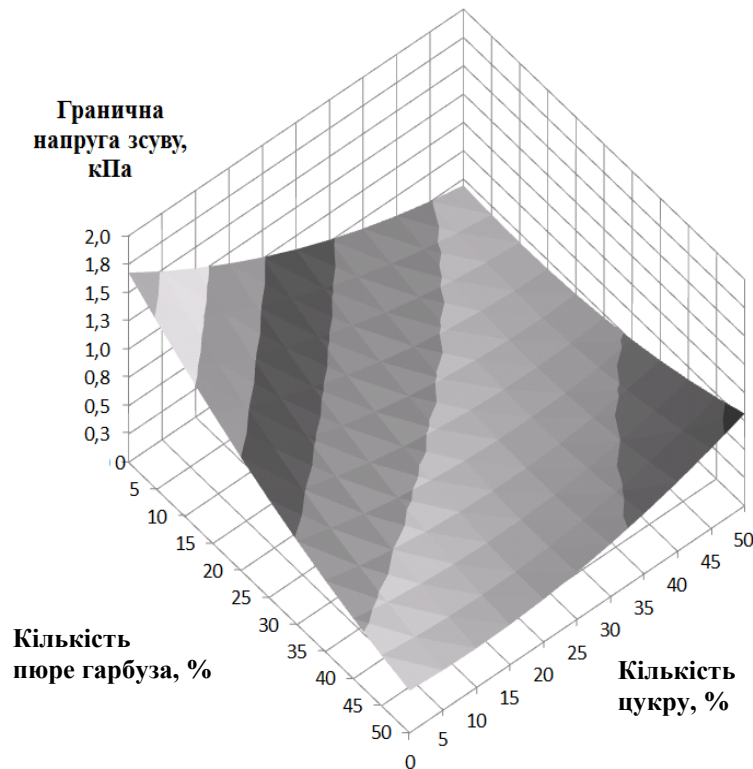


Рис. 2. Зміна ГНЗ модельної системи «МБК + ПГ + цукор» у залежності від кількості пюре гарбуза та цукру
Джерело: власна розробка

Fig. 2. Modification of BSS model system "MPC + PP + sugar" depending on the amount of mashed pumpkin and sugar
Source: own development

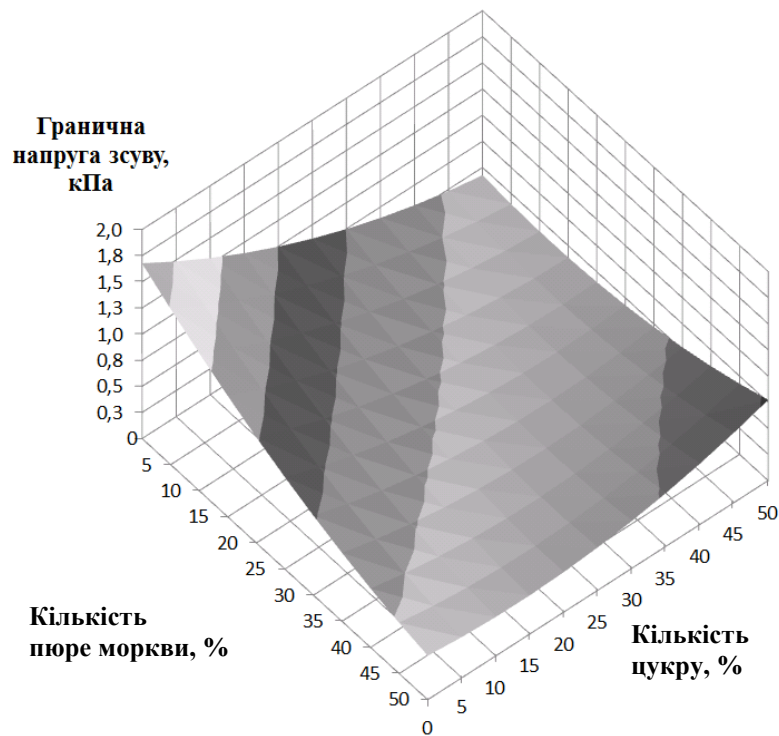


Рис. 3. Зміна ГНЗ модельної системи «МБК + ПМ + цукор» у залежності від кількості пюре моркви та цукру
Джерело: власна розробка

Fig. 3. Modification of BSS model system "MPC + CP + sugar" depending on the amount of mashed pumpkin and sugar

Source: own development

Графіки (рис. 2 та 3) демонструють зниження показника ГНЗ після додавання цукру в систему «МБК + ПГ + цукор» на 74,3 %, а систему «МБК + ПМ + цукор» – на 75,6 % за умови паралельного збільшення вмісту овочевого пюре і цукру в системі від 0 % до 30 %. Це пояснюється дегідратацією молочних білків, а також сталим впливом гарбузового та морквяного пюре як на двокомпонентні, так і трикомпонентні системи. На нашу думку, сталість впливу пюре з овочів на показники харчової системи НБВ (а головне, відмінність у їх впливі) можна обґрунтувати інтенсивнішим утворенням драглеподібних структур пектиновими речовинами пюре з гарбуза при взаємодії з цукром, аніж таких, що містяться в пюре з моркви.

Отримані дані щодо ГНЗ НБВ слугують додатковим обмеженням нижніх та верхніх рівнів варіювання факторів при моделюванні рецептурного їх складу відповідно до харчової цінності, органолептичних показників і структурно-механічних властивостей. Поліпшити ГНЗ може введення до системи НБВ стабілізатора у кількості 8...12 %.

Можливими шляхами застосування білково-вуглеводних напівфабрикатів у харчовій промисловості є технології таких харчових продуктів, як сирники, вареники, начинки тощо. На підприємствах харчової промисловості та ресторанного господарства НБВ можуть зберігатися шприцьованими у целофанову оболонку, як і інші фаршеві напівфабрикати, зважаючи на галузь використання і методи пакування.

Висновки та обговорення результатів

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

1. Теоретично та експериментально обґрунтовано доцільність використання під час розробки технологій молочно-білкових напівфабрикатів на основі копреципітату із сколотин пюре з моркви та пюре з гарбуза.

2. Встановлено, що пюре, отримане протиранням крізь сита з діаметром вічок 1,1 мм та більше, є неоднорідною, грубо дисперсною системою. Високі органолептичні показники має пюре, отримане протиранням крізь сита з діаметром вічок 1,0 мм та менше.

3. Встановлено падіння показника ГНЗ після додавання цукру в систему «МБК + ПГ + цукор» на 74,3 %, а систему «МБК + ПМ + цукор» – на 75,6 % за умови паралельного збільшення вмісту овочевого пюре і цукру в системі від 0 % до 30 %.

4. Проведено моделювання складу нових напівфабрикатів, що дозволило звужити діапазон варіювання концентрацій вихідної сировини при подальших дослідженнях. Встановлено, що раціональними концентраціями рецептурних компонентів для НБВМ є: масова частка молочно-білкового концентрату 50...54 %, пюре моркви 26...30 %, цукру 8...12 %, стабілізатора 8...12 %; для НБВГ – масова частка молочно-білкового концентрату 46...50 %, пюре гарбуза 30...34 %, цукру 8...12 %, стабілізатора 8...12 %.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Борова, М., & Поліщук, Г. (2015). Організація виробництва органічних молочних продуктів в Україні. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості*, Міжнародна науково-технічна конференція (с. 199). Тернопіль: МОН України, ТНТУ ім. І. Пулюя.
- Гніщевич В., Юдіна Т., & Гончар Ю. (2018). Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки та м'якоті гарбуза. *Новітні технології харчових продуктів. Сер. Товари і ринки*, 4, 105-114. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)10](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)10).
- Гуляев-Зайцев, С. С., Кимачинский, С. И., & Нарижный, С. А. (2009). Получение устойчивых жировых эмульсий при производстве спредов: технология и оборудование. *Сыроделие и маслоделие*, 4, 50-52.
- Дейниченко, Г. В., Гузенко, В. В., Мельник, О. Є., & Шеїна А. В. (2018). Інтенсифікація процесу ультрафільтрації знежиреного молока. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, 1 (27), 22-31.
- Мамцев А. Н., Козлов В. Н., & Динякова М. В. (2016). Технологія виробництва кисломолочного напінка, обогаченого йодом. *Переробка молока*, 11 (205), 42-45.
- Рудавська Г. Б., Вежлівцева С. П., & Бузіян М. І. (2018). Інноваційні інгредієнти для кондитерських виробів фізіологічно-функціонального призначення. *«Молодий вчений»*. Сер. *Технічні науки*, 5 (57), 396-399.
- Ткаченко Н. А., Некрасов П. О., & Вікуль С. І. (2016). Оптимізація рецептурного складу напою оздоровчого призначення на основі сироватки. *Восточноевропейский журнал передовых технологий. Сер. Технологии и оборудование пищевых производств*, 10 (79), 49-57. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.59695.
- Трухачёв, В. И., Молочников, В. В., Орлова, Т. А., & Храмов, А. Г. (2017). Биотехнологические основы разделения молочного сырья полисахаридами в замкнутом цикле производства продуктов питания нового поколения. *Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ*, Международная научно-практическая конференция (с. 272–277). Минск-Ставрополь: БГУ, СКФУ, САФУ.
- Яшин А. В., & Романова А. А. (2015). Обоснование минимального размера жирового шарика, выделяемого при сепарировании молока. *Нива Поволжья*, 4 (37), 104-109.

REFERENCES

- Borova, M., & Polishchuk, H. (2015). Orhanizatsiia vyrobnytstva orhanichnykh molochnykh produktiv v Ukraini [The organization of production of organic dairy products in Ukraine]. In *Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti [State and prospects of food science and industry]*, Proceedings of the International Scientific and Technical Conference (p. 199). Ternopil Ivan Pului National Technical University [in Ukrainian].
- Deinychenko, H. V., Huzenko, V. V., Melnyk, O. Ye., & Sheina, A. V. (2018). Intensyfikatsiia protsesu ultrafiltratsii znezhyrenoho moloka [Intensification of process of ultrafiltration of skim milk]. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli, 1* (27), 22–31 [in Ukrainian].
- Guliaev-Zaitcev, S. S., Kimachinskii, S. I., & Narizhnyi, S. A. (2009). Poluchenie ustoichivnykh zhirovykh emulsii pri proizvodstve spredov: tekhnologiiia i oborudovanie [Production of stable fat emulsions in the production of spreads: technology and equipment]. *Syrodelie i maslodelie, 4*, 50–52 [in Russian].
- Hnitsevych, V., Yudina, T., & Honchar, Yu. (2018). Tekhnolohiia napivfabrykatu na osnovi nyzkolaktoznoi molochnoi syrovatky ta m'iakoti harbuza [Semi-finished technology based on low-lactose whey and pumpkin pulp]. *Novitni tekhnolohii kharchovykh produktiv. Seriiia Tovary i rynky, 4*, 105–114. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)10](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)10) [in Ukrainian].
- Iashin, A. V., & Romanova, A. A. (2015). Obosnovanie minimalnogo razmera zhirovoogo sharika, vydeliaemogo pri separirovanii moloka [Substantiation of the minimum fat ball size released during milk separation]. *Niva Povolzhia, 4* (37), 104–109 [in Russian].
- Mamtcev, A. N., Kozlov, V. N., & Diniakova, M. V. (2016). Tekhnologiiia proizvodstva kislomolochnogo napitka, obogashchennogo iodom [Technology of production of fermented milk beverage enriched with Iodine]. *Pererabotka moloka, 11* (205), 42–45 [in Russian].
- Rudavska, H. B., Vezhlyvtseva, S. P., & Buziian, M. I. (2018). Innovatsiini inhrediienty dlia kondyterskykh vyrobiv fiziolohichno-funktsionalnogo pryznachennia [Innovative ingredients for confectionery of physiologically functional purpose]. *Molodyi vchenyi. Seriiia Tekhnichni nauky, 5* (57), 396–399 [in Ukrainian].
- Tkachenko, N. A., Nekrasov, P. O., & Vikul, S. I. (2016). Optyimizatsiia retsepturnoho skladu napoiu ozdorovchoho pryznachennia na osnovi syrovatky [Optimization of prescription structure of drink of improving appointment on the basis of serum]. *Vostochnoevropetskii zhurnal peredovykh tekhnologii. Seriiia Tekhnologii i oborudovanie pishchevykh proizvodstv, 10* (79), 49–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.59695> [in Ukrainian].
- Trukhachev, V. I., Molochnikov, V. V., Orlova, T. A., & Khramtcov, A. G. (2017). Biotekhnologicheskie osnovy razdeleniia molochnogo syria polisakharidami v zamknutom tsikle proizvodstva produktov pitaniia novogo pokoleniia [Biotechnological bases of separation of dairy raw materials with polysaccharides in closed cycle of food production of new generation]. In

Molekuliarno-geneticheskie i biotekhnologicheskie osnovy polucheniia i primeneniia sinteticheskikh i prirodnykh biologicheskii aktivnykh veshchestv [Molecular genetic and biotechnological basis for the production and use of synthetic and natural biologically active substances], Proceedings of the Scientific and Practical Conference (pp. 272–277). BGU, SKFU, SAFU [in Russian].

УДК

Екатерина Сефиханова,
кандидат технических наук,
Обособленное подразделение
«Днепровский факультет менеджмента
и бизнеса Киевского университета культуры»,
Днепр, Украина,
sefihanova80@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7921-6108>

Владислав Применко,
кандидат технических наук,
Обособленное подразделение
«Днепровский факультет менеджмента
и бизнеса Киевского университета культуры»,
Днепр, Украина,
primenkovlad@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7856-6678>

Анна Гелих,
кандидат технических наук,
Сумской национальный аграрный университет,
Сумы, Украина,
gelihsumy@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3769-1231>

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ПОЛУФАБРИКАТОВ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫХ

Актуальность. Создание новых комбинированных продуктов позволяет экономить сырье животного происхождения. Применение овощных пюре при производстве пищевых продуктов обусловлено высокой пищевой и биологической ценностью. В связи с вышеизложенным исследование, направленные на разработку новых видов полуфабрикатов белково-углеводных на основе молочно-белковых концентратов (МБК) с добавлением овощных пюре, актуальны. **Целью** работы является обоснование разработки технологий полуфабрикатов белково-углеводных (ПБУ) с добавлением овощных пюре и проведения моделирования рецептурного состава полуфабрикатов белково-углеводных. При написании статьи использовались следующие **методы исследования:** стандартные физико-химические, реологические, методы планирования эксперимента и математической обработки экспериментальных данных с использованием современных компьютерных программ. **Результаты.** Теоретически и экспериментально обоснована целесообразность использования при разработке технологий ПБУ на основе МБК из пахты, пюре из моркови и пюре из тыквы. Проведено моделирование состав новых ПБУ, что позволило сузить диапазон варьирования концентраций исходного сырья при дальнейших исследованиях. Установлено, что оптимальными концентрациями рецептурных компонентов для ПБУ

с пюре моркови являются: массовая доля МБК 50...54 %, пюре моркови 26...30 %, сахара 8...12 %, стабилизатора 8...12 %; для ПБУ с пюре тыквы – массовая доля МБК 46...50 %, пюре тыквы 30...34 %, сахара 8...12 %, стабилизатора 8...12 %. **Выводы и обсуждение.** Разработаны и смоделированы технологии ПБУ с использованием пюре моркови и тыквы, позволяющие более рационально использовать пищевой потенциал молока и продуктов его переработки в комплексе с каротинсодержащим растительным сырьем. Научная новизна исследования заключается в теоретическом обосновании и экспериментальном подтверждении целесообразности использования МБК из пахты, пюре из каротинсодержащего растительного сырья в технологиях ПБУ.

Ключевые слова: моделирование, полуфабрикат, молочно-белковый концентрат, пюре, тыква, морковь, стабилизатор.

UDC

Kateryna Sefikhanova,
PhD in Technical Sciences,
Autonomous subdivision
“Dnipro Faculty of Management
and Business of Kyiv University of Culture”,
Dnipro, Ukraine,
sefihanova80@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7921-6108>

Vladyslav Prymenko,
PhD in Technical Sciences,
Autonomous subdivision
“Dnipro Faculty of Management
and Business of Kyiv University of Culture”,
Dnipro, Ukraine,
primenkovlad@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7856-6678>

Anna Helikh
PhD in Technical Sciences,
Sumy National Agrarian University,
Sumy, Ukraine,
gelihsumy@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3769-1231>

MODELING OF THE RECEPTURAL COMPOSITION OF PROTEIN-CARBON SEMI-FINISHED PRODUCT

Relevance. The creation of new combined products saves raw materials of animal origin. The use of vegetable purees in food production is due to the high nutritional and biological value. In connection with the foregoing, studies, that aimed at developing of new types of protein-carbohydrate semi-finished products based on milk protein concentrates (MPC) with the addition of vegetable purees, are relevant. **The aim** of the work is to justify the development of protein-carbohydrate semi-finished products (PCs-fP) technologies with the addition of vegetable purees and modeling the formulation of PCs-fP. When writing the article, the following **research methods** were used: standard physicochemical, rheological, experimental design methods and mathematical processing of experimental data using modern computer programs. **Results.** The feasibility of using PCs-fP based on MPC from buttermilk, carrot puree and pumpkin puree in the development of technologies is theoretically and experimentally substantiated. The modeling of composition of new PCs-fP was carried out, that made it possible to narrow the range of variation in the concentrations of the feedstock in further studies. It was found that the optimal concentrations of prescription components for PCs-fP with carrot puree are: mass fraction of MPC is 50 ... 54%, carrot puree – 26...30%, sugar – 8...12%, stabilizer – 8...12%; for PCs-fP with pumpkin puree, the mass fraction of MPC is 46...50%, pumpkin puree – 30...34%, sugar – 8...12%, stabilizer – 8...12%.

Conclusions and discussion. The PCs-fP technologies using carrot and pumpkin purees are developed and modeled, allowing more rational use of the nutritional potential of milk and products of its processing in combination with carotene-containing vegetable raw materials. The scientific novelty of the study lies in the theoretical justification and experimental confirmation of the feasibility of using MPC from buttermilk, mashed carotene-containing plant materials in PCs-fP technologies.

Keywords: modeling, semi-finished product, milk-protein concentrate, puree, pumpkin, carrot, stabilizer.