

Рукопис надійшов: 07.06.2022

Статтю опубліковано: 30.08.2022

УДК 663.916.1-02

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263177

## Формування показників якості цукрових паст з сироваткою демінералізованою при зберіганні

Л. А. Рибчук, А. А. Вдовічен, О. Л. Романовська, І. П. Данилюк,  
В. А. Піддубний, І. Р. Лошенюк, М. Ф. Кравченко, Т. І. Юдіна,  
Р. П. Романенко

Досліджено зміни показників якості цукрових паст з молочною сироваткою сухою демінералізованою та гліцерином при зберіганні з метою встановлення термінів їх технологічної придатності.

За результатами дослідження змін масової частки вологи цукрових паст протягом 30 діб встановлено зниження даного показника в контрольному зразку на 80 %, в дослідному на 30 %.

Дослідження сенсорних характеристик консистенції згідно розроблених дескрипторів дозволили встановити, що контрольний зразок цукрових паст на 10 добу зберігання є технологічно не придатним. Консистенція характеризується як надто щільна, тверда, крихка, не однорідна, з грудочками. Відповідно знижується формувальна здатність, що отримала 3.45 бали. Дослідний зразок навіть на 30 добу зберігання має прийнятні характеристики консистенції, такі як, помірно тверда і щільна, м'якувата, однорідна з наявністю ледь відчутних невеликих крапель. Зберігається висока формувальна здатність, що отримала 4.3 бали.

Експериментальні дослідження фракційного складу твердої фази та дисперсності цукрових паст узгоджуються з дослідженнями сенсорних характеристик консистенції. Встановлено, що на 10 добу зберігання в контрольному зразку переважає фракційний склад частинок розміром від 21 до 30 мкм, вміст яких становить 62 %, що характеризує структуру як грубокристалічну. В дослідному зразку на 30 добу зберігання вміст частинок розміром від 11 до 20 мкм склав 72 %, що зберігає якість пасти і характеризує структуру як дрібнокристалічну.

Результати дослідження дозволили встановити тенденцію сповільнення нарощування частинок твердої фази розроблених цукрових паст, і їх росту до критичного розміру, що становить 22.6 мкм. Отримані дані дозволили встановити термін технологічної придатності розроблених цукрових паст, що склав 30 діб, що в 3 рази більше в порівнянні з контролем.

Отже, внесення в рецептурний склад цукрових паст сироватки демінералізованої у концентрації 50 % та гліцерину у концентрації 5 % дозволяє продовжити термін їх технологічної придатності. Це є важливим з практичної точки зору та вирішує поставлену задачу.

Ключові слова: цукрові пасти, сироватка демінералізована, гліцерин, технологічна придатність, консистенція, розмір частинок.

## 1. Вступ

Кондитерське виробництво є однією з найрозвинутіших галузей харчової промисловості більшості розвинених країн світу. Тому в умовах ринкової конкуренції рівень естетичності кондитерських виробів з кожним роком зростає [1].

Сучасні оздоблювальні напівфабрикати для кондитерських виробів представлені широким асортиментом різноманітних кремів, помад, маювальних мас, посипок, литих прикрас з карамелі, шоколаду та ін. Серед них останнім часом найбільшою популярністю користуються пластичні маси (марципанові, бобові, цукрові пасти), що обґрунтовано їх багатофункціональністю використання в різних напрямках кондитерських виробництв. Пластичні маси використовуються: для покриття кондитерських виробів, моделювання фігурних виробів та декоративних елементів різної складності, для склеювання тортів, тістечок, печива, в якості прошарку для десертів, цукерок, батончиків та ін. Таким чином, вони можуть становити до 50 % від маси кондитерських виробів, тому вони здатні не лише покращити зовнішній вигляд та надати певних смакових якостей кондитерським виробам, а й суттєво вплинути на їх харчову цінність та калорійність [2].

Високий попит на оздоблювальні напівфабрикати, зокрема пластичні маси (марципанові, бобові, цукрові пасти), пояснюється інтенсивним розвитком кондитерських виробництв, проте, задовольняється він, переважно, з рахунок закордонної продукції. Вартість імпортованих оздоблювальних напівфабрикатів достатньо висока, наприкінці їх використання в оздобленні кондитерських виробів обмежені, вони мають невисоку харчову цінність. За таких умов, розроблення технології і впровадження на вітчизняний ринок кондитерських паст підвищеної харчової цінності з бажаними функціонально-технологічними властивостями у контексті державної політики щодо ресурсозбереження, нарощування високоякісної продукції вітчизняного виробництва є актуальним завданням.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В результаті аналізу наукових і патентних джерел встановлено, що удосконалення існуючих технологій марципанових паст спрямоване на використання нетрадиційної рослинної сировини, з метою зниження вартості готової продукції, а також енергетичної цінності та підвищення біологічної. Зокрема, розроблені технології марципанових паст з використанням бобів Мунг та сухого соєвого молока [3] та канжатового борошна з гарбузом [4]. З метою зниження калорійності та глікемічності використовували цурозамінники та підсолоджувачі, зокрема еритрол, сукралозу [3] та палатінозу [5]. До основних недоліків марципанових паст із зазначеними добавками є зниження сенсорних характеристик, зокрема втрата марципанового смаку та аромату.

Оздоблювальні напівфабрикати виготовлені з бобової пасти мають ряд переваг, адже вони стійкі до перепадів температурного режиму та вологості, в результаті не деформуються і не тануть [6]. Бобові пасти відзначаються високою харчовою і біологічною цінністю, проте мають низькі сенсорні характеристики за рахунок притаманного специфічного бобового смаку та аромату. Дану проблему можливо частково вирішити шляхом комбінування різних видів бобових [7].

Стабільно зростаючий попит мають цукрові пасти, що пояснюється зокрема невисокою собівартістю. Проте цукрові пасти на 90 % складаються з цукру, в результаті чого мають високу енергетичну цінність, глікемічний індекс і коефіцієнт солодкості. За результатами аналізу літературних джерел перспективним інгредієнтом для нових видів цукрових оздоблювальних напівфабрикатів є молочна сироватка суха демінералізована (МССД) [8, 9]. Це обумовлено її високою харчовою [10] і біологічною цінністю, низькою калорійністю, прийнятними сенсорними характеристиками та сприятливими функціонально-технологічними властивостями [11, 12].

З метою підтвердження доцільності використання МССД в технологіях цукрових паст проведено ряд експериментальних досліджень. За результатами досліджень підтверджена можливість внесення МССД у концентрації 50 % від загальної маси сухих компонентів (цукрова пудра). Встановлена концентрація дозволяє збалансувати нутрієнтний склад цукрових паст. Покращується амінокислотний скор, загальний міст білка збільшується більш ніж у 7 разів. Суттєво змінюється вуглеводний склад, вміст сахарози зменшується на 65 %, вміст лактози складає 30 %, що сприяє зниженню енергетичної цінності цукрових паст на 25 %. Мінеральний склад цукрових паст покращується за рахунок збільшення вмісту калію, кальцію, фосфору, магнію. Серед вітамінів спостерігається суттєве зростання холіну (В4), пантотенової кислоти (В5), біотину (В7) [13].

Також встановлений позитивний вплив МССД на структурно-механічні та функціонально-технологічні властивості цукрових паст. Досліджено, що МССД у концентрації 50 % дозволяє суттєво покращити формувальну здатність цукрових паст. Зокрема, за рахунок зниження пружно-еластичних деформаційних характеристик та підвищення пластичних [14]. Разом з тим посилюється адгезійно-когезійна міцність, що ускладнює роботу з пастами [15]. За результатами аналізу літературних та патентних джерел встановлено, що регулювання даного показника можливе шляхом використання харчових добавок, зокрема гліцерину [16]. Експериментально встановлено раціональну концентрацію гліцерину, що склала 5 % від загальної маси готового продукту. Визначена концентрація дає змогу регулювати консистенцію та адгезійну взаємодію в потрібних межах для цукрових паст [17].

Разом з тим, дистильований гліцерин у виробництві харчових продуктів окрім зниження липкості (адгезійна взаємодія) виконує низку технологічних функцій. Його використовують як вологоутримувальний агент у кондитерських і хлібобулочних виробках. Доведено, що кондитерські вироби за добу втрачають 12 % вологи, а з використанням гліцерину – лише 3 % [18]. Гліцерин у концентрації 2.5–4.7 % запобігає висиханню і затвердінню мармеладу, зефіру, суфле та інших подібних продуктів [19]. При зберіганні цукрових паст також відбувається процес черствіння, в результаті чого погіршується якість цукрових оздоблювальних напівфабрикатів. Таке погіршення якості є наслідком втрати вологи, в результаті чого порушується рівновага між рідкою і твердою фазами. Це сприяє зрощенню часточок сахарози, в наслідок чого цукрові пасти стають крихкими, втрачають пластичність та технологічну придатність.

Отже, за результатами огляду наукової літератури невирішеною залишається проблема продовження терміну зберігання цукрових паст. Тому доцільно провести дослідження щодо впливу МССД та гліцерину за визначених концентрацій на динаміку змін якісних показників розроблених цукрових паст в процесі зберігання.

### 3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є визначення динаміки змін показників якості цукрових паст з молочною сироваткою сухою демінералізованою та гліцерином в процесі зберігання. Це дасть можливість встановити терміни зберігання розроблених цукрових паст на основі обґрунтованих термінів технологічної придатності.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- дослідити зміну масової частки вологи та сенсорних характеристик розроблених цукрових паст при зберіганні;
- дослідити зміни фракційного складу частинок твердої фази та дисперсності розроблених цукрових паст при зберіганні.

### 4. Матеріали та методи досліджень

Об'єкт дослідження: молочна сироватка суха демінералізована (ТУ У 15.5-00413890-089:2014) гліцерин харчовий (ТУ У 10.8-40570177-001:2016), модельні композиції цукрових паст (табл. 1). Предмет дослідження: динаміка змін якісних показників цукрових паст з молочною сироваткою сухою демінералізованою та гліцерином в процесі зберігання.

Таблиця 16

Рецептурний склад цукрових паст, на 100 г

Найменування сировини	Контроль	Дослід
Цукрова пудра	84.0	39.9
Патока мальтозна	5.0	4.8
Желатин	1.0	0.9
Вода	10.0	9.5
МССД	–	39.9
Гліцерин	–	5.0

Масову частку вологи визначали стандартизованим методом ДСТУ 4910:2008.

Сенсорний аналіз контрольних і дослідних зразків проводили на кафедрі технології та організації ресторанного господарства Державного національного торговельно-економічного університету (ДТЕУ, Україна) дегустаційною фаховою комісією у складі 20-ти дегустаторів.

Сенсорні властивості контрольних та дослідних зразків визначали за розробленими шкалами сенсорних дескрипторів (табл. 2). В результаті математичної обробки даних сенсорного аналізу встановлено середнє значення показників якості з урахуванням коефіцієнту вагомості. Коефіцієнт вагомості визначали експертним методом за умов:

$$\sum_{i=1}^n m_{ij} = 1, \quad (1)$$

де  $m_{ij}$  – коефіцієнт вагомості  $i$ -го показника  $j$ -ої групи ( $m_i > 0$ );  $n$  – число показників якості продукції.

Коефіцієнт вагомості  $m_{ij}$  визначали за формулою:

$$m_{ij} = \frac{m_{ijcp}}{\sum_{i=1}^n m_{ijcp}}, \quad (2)$$

де  $m_{ijcp}$  – середнє арифметичне значення оцінок експертів  $i$ -го показника якості  $j$ -ої групи.

Середнє значення  $m_{ijcp}$  визначали за формулою:

$$m_{ijcp} = \frac{1}{N} \sum_{z=1}^N m_{ijz} \quad (z=1, 2, 3, \dots, N), \quad (3)$$

де  $N$  – кількість експертів;  $m_{ijz}$  – оцінка  $i$ -го показника якості  $j$ -ої групи, даного  $z$ -м експертом ( $z=1, 2, 3, \dots, N$ ).

Оцінку дисперсності цукрових паст з МССД проводили за допомогою оптичної мікроскопії [20]. Результати дослідження фіксували шляхом мікрофотографування. У дослідженні використовували цифровий мікроскоп CLPScamera 4.5 (Китай), що має світлодіодне пряме підсвічування та роздільну здатність від 3 до 5 Мп. Підключення до персонального комп'ютера (ПК) здійснювали через інтерфейс USB. Калібрування та властивості матриці цифрової камери виконано на ПК з ОС Windows 7. Дисперсний аналіз зразків цукрових паст проведено з використанням програмного забезпечення, наданого виробниками мікроскопу.

Таблиця 2

Балова шкала сенсорної оцінки якості цукрових паст при зберіганні

Комплексні показники	Коефіцієнт вагомості	Одиничні показники	Коефіцієнт вагомості	Характеристики	Рівень якості, бали
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	0.1	Колір, інтенсивність забарвлення	0.1	Кремовий, ледь помітний, наближений до білого	5
				Кремовий, слабо виражений	4
				Кремовий, помітно виражений	3
				Кремовий, сильно виражений	2
		Жовтий	1		
-	-	-	1.0	-	-

## Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6		
Смак та запах	0.1	Солодкість	0.5	Помірна	5		
				Сильна	4		
				Слабка	3		
				Ледь помітна	2		
				Відсутня	1		
		Збалансованість	0.5			Відмінна	5
						Добра	4
						Задовільна	3
						Незадовільна	2
				Погана	1		
		–	1.0	–	–		
Консистенція	0.5	Однорідність	0.3	Однорідна, без грудочок	5		
				Однорідна, ледь відчутні невеличкі крапління	4		
				Неоднорідна, помітні невеликі грудочки	3		
				Неоднорідна, наявні грудочки	2		
				Неоднорідна грудкувата	1		
		Крихкість	0.3			Відсутня крошливість	5
						Слабо виражена крошливість	4
						Середньо виражена крошливість	3
						Сильно виражена крошливість	2
				Крихка	1		
		Щільність, міцність	0.2			Помірно ущільнена	5
						Ущільнена	4
						Щільна	3
						Дуже щільна	2
						Тверда	1
		М'якість	0.2			Помірно м'яка	5
						М'якувата	4
						Помірно тверда	3
						Тверда	2
						Надто тверда	1
		–	1.0	–	–		
Здатність до формування	0.3	Ступінь виявлення	1.0	Відмінно	5		
				Добре	4		
				Задовільно	3		
				Незадовільно	2		
				Погано	1		
		–	1.0	–	–		
–	1.0	–	–	–	–		

## 5. Результати досліджень показників якості цукрових паст при зберіганні

### 5.1. Результати досліджень змін масової частки вологи та сенсорних характеристик цукрових паст при зберіганні

Зміну масової частки вологи (табл. 3) та сенсорних характеристик (табл. 4) цукрових паст контрольних та дослідних зразків досліджували протягом 30 діб з інтервалом в 5 діб.

Таблиця 3

Вміст вологи в цукрових пастах з МССД при зберіганні,  $W$  (%)

Термін зберігання, доба	Цукрова паста (контроль)	Цукрова паста з МССД(дослід)
1	10.0±0.3	12.0±0.3
5	7.0±0.3	11.0±0.3
10	4.0±0.3	10.0±0.3
15	3.5±0.3	10.5±0.3
20	3.2±0.3	9.0±0.3
25	2.6±0.3	8.8±0.3
30	2.0±0.3	8.5±0.3

За результатами дослідження змін масової частки вологи цукрових паст протягом 30 діб встановлено зниження даного показника в контрольному зразку на 80 %, в дослідному на 30 %.

Контрольний зразок за показником зовнішній вигляд (колір) на першу добу зберігання отримав 5.0 балів. Колір характеризується як наближений до білого, ледь помітний кремовий відтінок. Це є важливим при тонуванні пасти, і в результаті фарбування дає змогу отримати бажану кольорову гаму. В той же час, дослідний зразок за даним показником отримав 4.2 бали. Це пов'язане з тим, що внесення МССД посилює інтенсивність забарвлення цукрових паст до появи кремового кольору, що ускладнює процес фарбування.

За показником смак та запах (солонкість, збалансованість) контрольний зразок отримав 4.0 бали, за рахунок високої солонкості. Дослідний зразок за даним показником отримав 5.0 балів, так як внесення МССД сприяє збалансуванню солонкості та появи приємного смаку та аромату.

За результатами дослідження показники кольору, смаку, запаху контрольних та дослідних зразків майже не змінюються при зберіганні протягом 30 діб. Проте значних змін зазнають показники консистенції (однорідність, крихкість, міцність, щільність, м'якість), що мають великий вплив на формувальну здатність, а отже технологічну придатність.

За результатами дослідження спостерігається суттєве погіршення консистенції контрольного зразку на 10 добу зберігання. Загальний бал за даним показником становить 3.3. Консистенція характеризується як надто щільна, тверда, крихка, неоднорідна, наявні грудочки. Відповідно погіршується формувальна здатність, що оцінена в 3.45 бали згідно розроблених дескрипторів. Отже, контрольний зразок на 10 добу зберігання є технологічно не придатним, вміст масової частки вологи при цьому становить 4.0 %. В той час дослідний зразок на 30

добу зберігання має прийнятні сенсорні характеристики консистенції. Загальний бал за даним показником становить 4.0. Консистенція помірно тверда і щільна, м'якувата, однорідна, ледь відчутні невеликі вкраплення. Формувальна здатність оцінена в 4.3 бали згідно розроблених дескрипторів. Вміст масової частки вологи в дослідному зразку на 30 добу зберігання становить 8.5 %.

Таблиця 4  
Сенсорні характеристики цукрових паст з МССД при зберіганні

Найменування показника	Коефіцієнт вагомості	Характеристика	Коефіцієнт вагомості	Термін зберігання, діб						
				1	5	10	15	20	25	30
Цукрова паста (котроль)										
Зовнішній вигляд	0.1	Колір, інтенсивність забарвлення	1.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Сумарна оцінка за дескриптором				5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Смак та запах	0.1	Солодкість	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
		Збалансованість	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Сумарна оцінка за дескриптором				4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Консистенція	0.5	Однорідність	0.3	5.0	4.0	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5
		Крихкість	0.3	5.0	4.0	3.0	2.8	2.7	2.5	2.0
		Щільність, міцність	0.2	4.0	3.8	3.5	3.2	3.0	2.8	2.5
		М'якість	0.2	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.2
Сумарна оцінка за дескриптором				4.80	4.06	3.30	3.02	2.82	2.59	2.29
Здатність до формування	0.3	Ступінь виявлення	1.0	4.0	4.5	3.0	2.7	2.5	2.2	2.0
Сумарна оцінка за дескриптором				4.0	4.5	3.0	2.7	2.5	2.2	2.0
Загальна оцінка				4.50	4.28	3.45	3.22	3.06	2.85	2.64
Цукрова паста з МССД (дослід)										
Зовнішній вигляд	0.1	Колір, інтенсивність забарвлення	1.0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Сумарна оцінка за дескриптором				4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Смак та запах	0.1	Солодкість	0.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
		Збалансованість	0.5	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
Сумарна оцінка за дескриптором				4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
Консистенція	0.5	Однорідність	0.3	5.0	4.9	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0
		Крихкість	0.3	5.0	4.8	4.6	4.4	4.2	4.1	4.0
		Щільність, міцність	0.2	5.0	4.9	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0
		М'якість	0.2	5.0	4.8	4.6	4.4	4.2	4.1	4.0
Сумарна оцінка за дескриптором				5.00	4.85	4.70	4.50	4.30	4.15	4.00
Здатність до формування	0.3	Ступінь виявлення	1.0	5.0	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3
Сумарна оцінка за дескриптором				5.0	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3
Загальна оцінка				4.92	4.78	4.68	4.55	4.42	4.31	4.21



Очевидно, що розроблені цукрові пасти мають суттєві переваги над традиційними.

### 5. 2. Результати дослідження змін фракційного складу частинок твердої фази та дисперсності цукрових паст при зберіганні

Для більш повної оцінки якості цукрових паст досліджували розмір частинок, що складає їх тверду фазу. Оцінку дисперсності проводили за допомогою оптичної мікроскопії. Результати дослідження фіксували шляхом мікрофотографування (рис. 1).



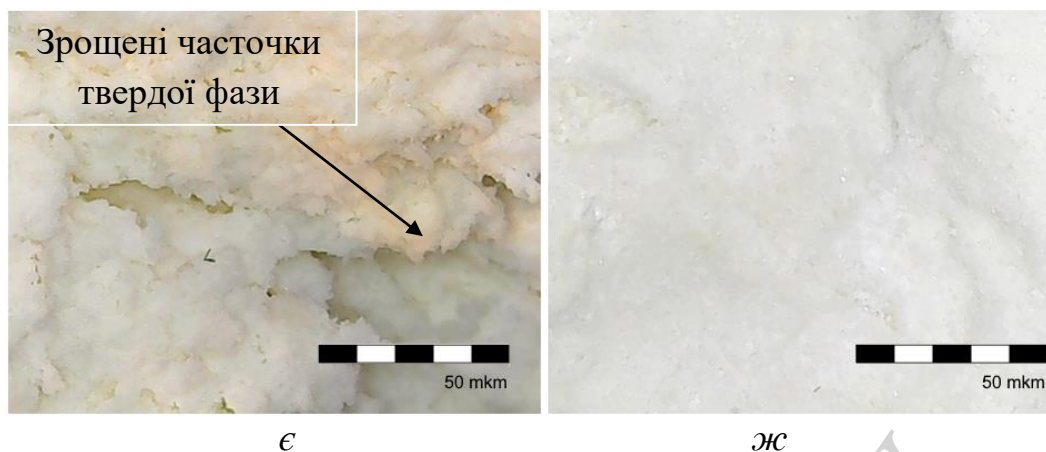


Рис. 1. Мікроструктура цукрових паст (збільшення в 600 разів): на 1 добу зберігання: *a* – контроль; *б* – дослід, на 10 добу зберігання: *в* – контроль; *г* – дослід, на 20 добу зберігання: *д* – контроль; *е* – дослід, на 30 добу зберігання: *є* – контроль; *ж* – дослід

З метою автоматизації розрахунку розміру частинок твердої фази цукрових паст результати всіх дослідних зразків експортували до табличного процесора. За результатами дослідження побудовані криві диференціального розподілу частинок (кристалів) твердої фази цукрових паст при зберіганні (рис. 2–5).

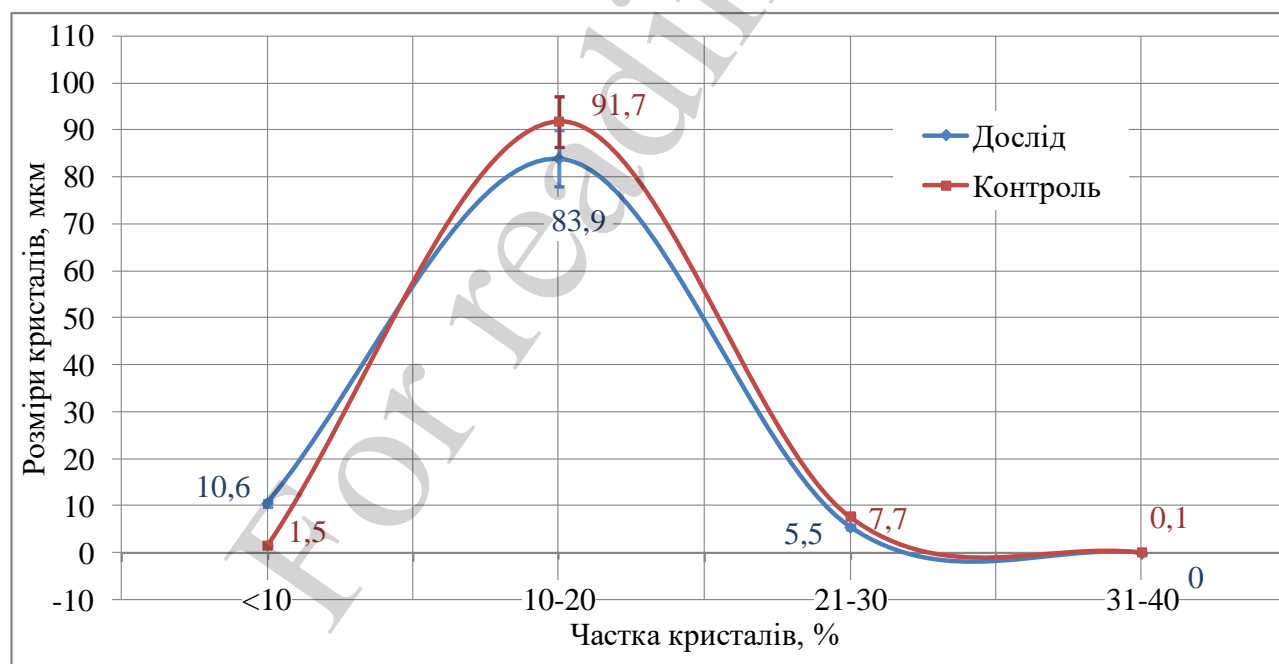


Рис. 2. Диференціальні криві чисельного розподілу частинок (кристалів) твердої фази цукрових паст на 1 добу зберігання,  $n=3$ ,  $P \geq 0,95$

Встановлено, що на 1 добу зберігання як в контрольному так і в дослідному зразку переважає фракційний склад частинок твердої фази (кристалів) розміром від 10 до 20 мкм, вміст яких становить 85–95 %. Отримані дані свідчать про високу якість паст і характеризують структуру як дрібнокристалічну (рис. 2).

На 10 добу зберігання в контрольному зразку переважає фракційний склад частинок розміром від 21 до 30 мкм, вміст яких становить 62 %. Це погіршує якість паст і характеризує структуру як грубокристалічну, а отже технологічно непридатну. В дослідному зразку суттєвих змін по відсотковому співвідношенні фракційного складу частинок твердої фази не відбулося (рис. 3).

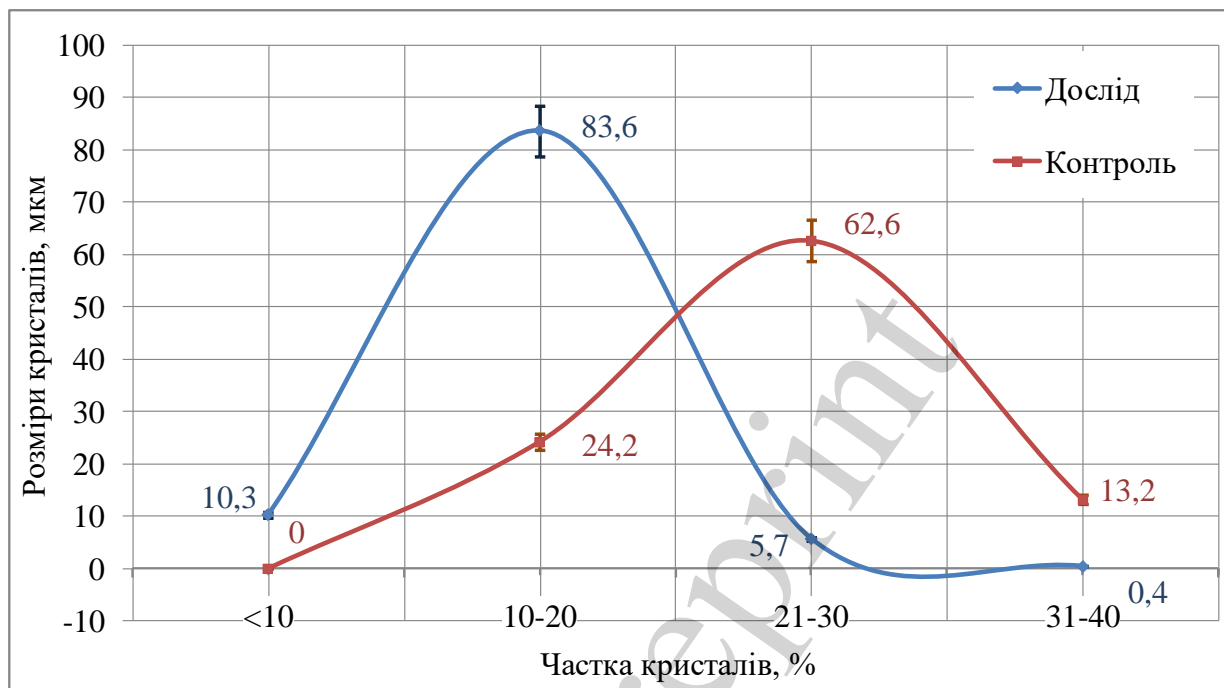


Рис. 3. Диференціальні криві чисельного розподілу частинок (кристалів) твердої фази цукрових паст на 10 добу зберігання,  $n=3$ ,  $P \geq 0,95$

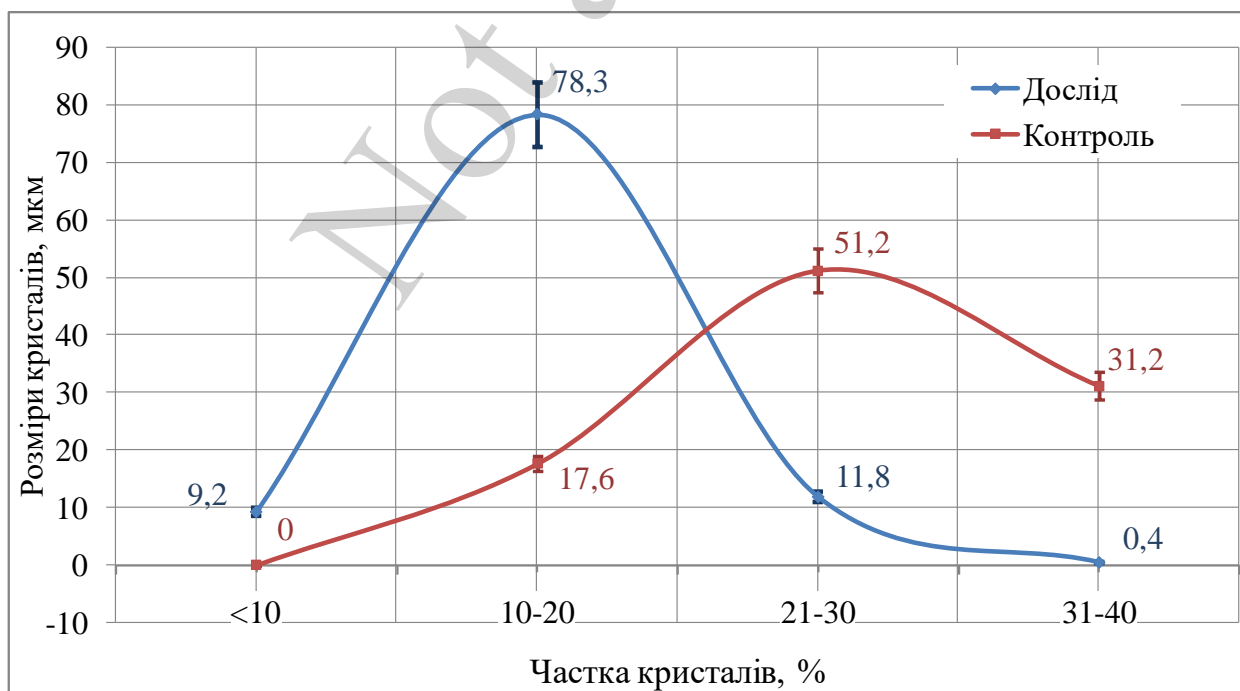


Рис. 4. Диференціальні криві чисельного розподілу частинок (кристалів) твердої фази цукрових паст на 20 добу зберігання,  $n=3$ ,  $P \geq 0,95$

На 20 добу зберігання в дослідному знижується вміст фракційного складу частинок розміром від 11 до 20 мкм на 7 %, і відповідно зростає вміст частинок розміром від 21 до 30 мкм. Проте це не має суттєвого впливу на якість розроблених паст. В контрольному зразку відповідно продовжують нарощуватись частинки розміром від 21 до 30 мкм, вміст яких досягнув 51 % (рис. 4).

На 30 добу зберігання цукрових паст в дослідному зразку вміст частинок розміром від 11 до 20 мкм склав 72 %, що зберігає якість пасти і характеризує структуру як дрібнокристалічну. В контрольному зразку вміст частинок розміром від 31 до 40 мкм досягнув 48 %, що характеризує структуру як неоднорідну, грудкувату, грубокристалічну (рис. 5).

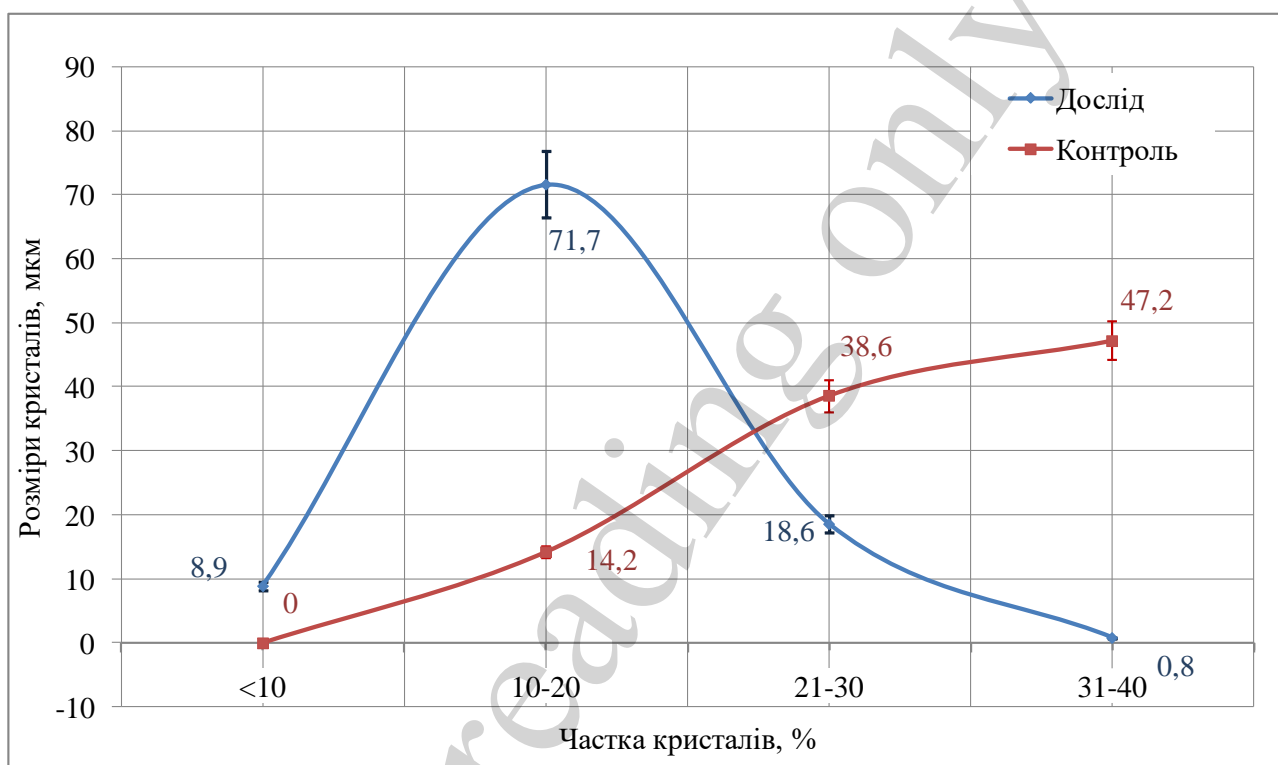


Рис. 5. Диференціальні криві чисельного розподілу частинок (кристалів) твердої фази цукрових паст на 30 добу зберігання,  $n=3$ ,  $P \geq 0,95$

За результатами дослідження визначена динаміка середніх розмірів частинок (кристалів) твердої фази цукрових паст впродовж зберігання (рис. 6).

Термін технологічної придатності розроблених цукрових паст склав 30 діб, що в 3 рази більше в порівнянні з контролем (рис. 6).

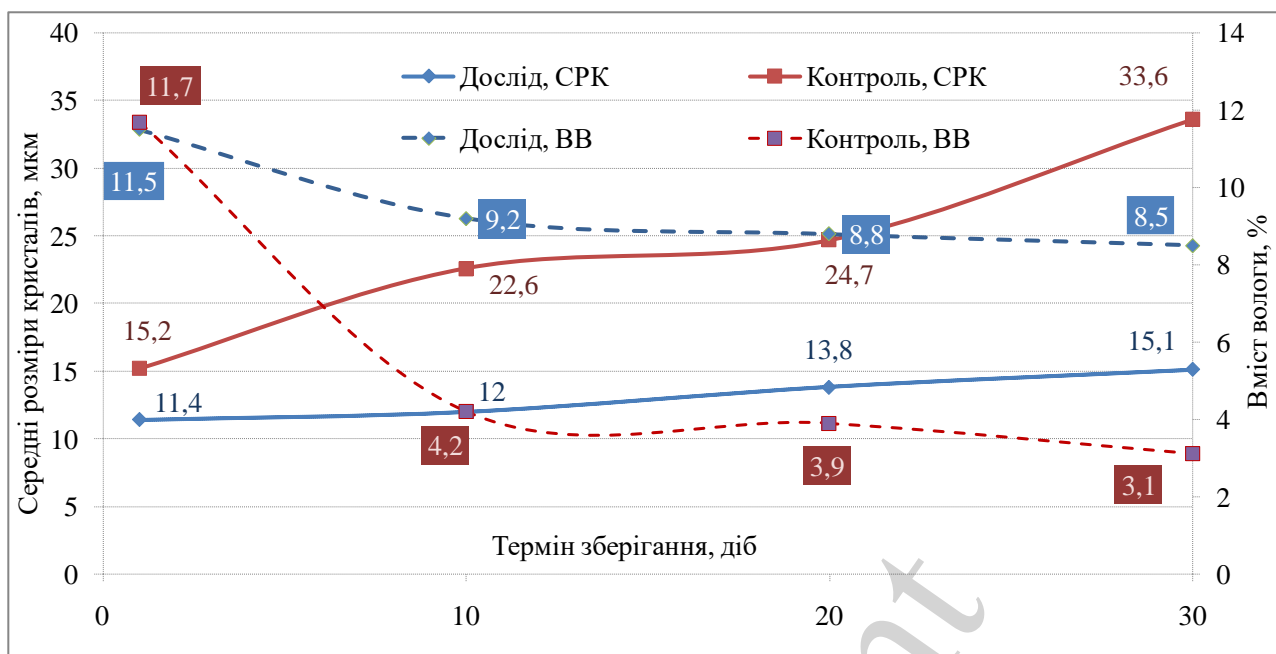


Рис. 6. Зміни розмірів частинок (кристалів) твердої фази цукрових паст (середні розміри кристалів  $n=3$ ,  $P \geq 0,95$ , вміст вологи  $n=5$ ,  $P \geq 0,95$ )

## 6. Обґрунтування термінів зберігання цукрових паст з сироваткою демінералізованою

Основною проблемою цукрових паст при зберіганні є втрата вологи, в результаті чого порушується рівновага між рідкою і твердою фазами. Це сприяє зрощенню часточок сахарози, в наслідок чого цукрові пасти стають крихкими, втрачають пластичність та технологічну придатність.

З метою встановлення термінів технологічної придатності розроблених цукрових паст досліджували зміни показників якості при зберіганні протягом 30 днів. Зокрема, досліджували зміну масової частки вологи, сенсорних характеристик, фракційного складу та дисперсність частинок твердої фази цукрових паст.

За результатами дослідження змін показників якості цукрових паст при зберіганні встановлено, що на 30 добу зберігання масова частка вологи в контрольному зразку знизилась 80 %, в дослідному – на 30 % (табл. 3). Згідно досліджень сенсорних характеристик встановлено суттєве погіршення консистенції контрольного зразку на 10 добу зберігання. Загальний бал за даним показником склав 3.3, що згідно розроблених дескрипторів характеризує консистенцію, як надто щільну, тверду, крихку, з наявністю грудочок. Відповідно це призводить до втрати формувальної здатності, а отже технологічної придатності (табл. 4). При цьому вміст масової частки вологи становить 4.0 % (табл. 3). В той час за результатами сенсорних досліджень дослідний зразок навіть на 30 добу зберігання за показником консистенції отримав загальний бал 4.0. Згідно розроблених дескрипторів це характеризує консистенцію як помірно тверду і щільну, однорідну, м'якувату, наявні ледь відчутні невеликі вкраплення. Зберігається висока формувальна здатність, що оцінена в 4.3 бали (табл. 4). Вміст масової частки вологи становить 8.5 % (табл. 3). Загальна оцінка за сенсорними характеристиками на 30 добу зберігання в контрольному зразку склала 2.64 бали, в дослідному – 4.21.3 метою підтверджен-

ня результатів досліджень сенсорних характеристик проведені експериментальні дослідження змін фракційного складу частинок твердої фази та дисперсності цукрових паст при зберіганні. За результатами дослідження встановлено, що на 10 добу зберігання в контрольному зразку переважає фракційний склад частинок твердої фази розміром від 21 до 30 мкм, вміст яких становить 62 % (рис. 3). Це характеризує структуру як грубокристалічну і суттєво погіршує якість пасти. В той же час, розроблені цукрові пасти навіть на 30 добу зберігання мають прийнятні характеристики. Фракційний склад частинок твердої фази розміром від 11 до 20 мкм склав 72 %, що зберігає якість пасти і характеризує структуру як дрібнокристалічну (рис. 5). Відповідно результати дослідження (рис. 6) дозволили встановити тенденцію сповільнення нарощування частинок твердої фази розроблених цукрових паст, і їх росту до критичного розміру (22.6 мкм). Це дозволило встановити термін технологічної придатності розроблених цукрових паст, який склав 30 діб, що в 3 рази більше в порівнянні з контролем.

Отримані результати, що описані вище усі взаємопов'язані, та мають одне пояснення, що обґрунтовано зміною рецептурного складу цукрових паст та функціонально-технологічними властивостями рецептурних компонентів. Розроблені цукрові пасти, на відміну від традиційних, у своєму складі містять сироватку демінералізовану (МССД) у концентрації 50 % та гліцерин у концентрації 5 %. В розроблених цукрових пастах загальний вміст білка збільшується у 7 разів, сахарози зменшується на 65 %, вміст лактози складає 30 % [13]. Функціонально-технологічні властивості білкової компоненти сироватки демінералізованої (МССД) мають вплив не лише на консистенцію та структуру готового продукту, а й на тривалість зберігання. Це обумовлено здатністю білків до гідратації. Завдяки цій властивості білки характеризуються вологоутримувальною здатністю, що дозволяє утримувати вологовміст дисперсійного середовища цукрових паст, що для сироватки демінералізованої становить 70 % [8, 9]. Лактоза, яка є гігроскопічною редуруючою речовиною, також перешкоджає швидкій втраті вологи. Так, як лактоза в порівнянні з сахарозою є редууючим відновним дисахаридом, має вільний напівацетальний гідроксил, який зумовлює відновні властивості і сприяє відповідному збереженню вологи [10, 11]. Вологоутримуючим агентом в розроблених цукрових пастах також виступає гліцерин [16].

Відповідно, використання сироватки демінералізованої (МССД) та гліцерину у технологіях цукрових паст дозволяє не лише отримати оздоблювальні напівфабрикати з бажаними функціонально-технологічними властивостями, а й продовжити термін їх технологічної придатності. Це означає, що отриманий науковий результат у вигляді кінетичного опису процесу нарощування частинок твердої фази розроблених цукрових паст є цікавим з теоретичної точки зору. З практичної точки зору виявлений механізм дозволяє продовжити термін технологічної придатності цукрових паст, що вирішує поставлену задачу.

Недоліком досліджень якості цукрових паст при зберіганні є те, що вони проведені в природніх умовах, при кімнатній температурі, що визначає відповідні обмеження. Це відповідно, не враховує впливу температури на консистенцію цукрових паст при зберіганні, що може бути визначено на наступних етапах дослідження.



## 7. Висновки

1. За результатами дослідження змін показників якості цукрових паст при зберіганні встановлено, що на 30 добу зберігання масова частка вологи в контрольному зразку знизилась 80 %, в дослідному – на 30 %. Загальна оцінка за сенсорними характеристиками в контрольному зразку склала 2.64 бали, в дослідному – 4.21.

2. Досліджено, що на 30 добу зберігання в контрольному зразку переважає фракційний склад частинок твердої фази розміром 31–40 мкм, що складає 48 % і характеризує структуру як грубокристалічну. В дослідному переважає фракційний склад розміром 11–20 мкм, що складає 72 % і характеризує структуру як дрібнокристалічну.

Встановлено тенденцію сповільнення нарощування частинок твердої фази розроблених цукрових паст, і їх росту до критичного розміру (22.6 мкм). Термін технологічної придатності розроблених цукрових паст склав 30 діб, що в 3 рази більше в порівнянні з контролем.

## Література

1. Yuliati, K., Hamzah, R. S., Hamzah, B. (2022). Feasibility study on indigenous confectionery business - the case of gulo puan industries. *Economia Agro-Alimentare*, 1, 1–30. doi: <https://doi.org/10.3280/ecag2022oa12375>

2. Mafra, R., José, S. A. (2015). Application of lean manufacturing concepts in the Bakery and Confectionery industry: Case small bakery company in Joinville, Brazil. *Espacios*, 36 (1). URL: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n01/15360110.html>

3. Akesowan, A., Choonhahirun, A. (2013). Quality Assessment of Reduced-calorie Thai Mung Bean Marzipan Made with Erythritol-Sucralose Blend and Soy Milk. *Life Science Journal*, 10 (2), 2129–2134. URL: [http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1002/299\\_18727life1002\\_2129\\_2134.pdf](http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1002/299_18727life1002_2129_2134.pdf)

4. Akesowan, A., Choonhahirun, A. (2017). Quality characteristics and storage stability of reduced-calorie mung bean marzipan incorporated with konjac flour and pumpkin. *International Food Research Journal*, 24 (6), 2474–2481. URL: [http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(06\)%202017/\(28\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(06)%202017/(28).pdf)

5. Brüning, P., Haase, I., Matissek, R., Fischer, M. (2011). Marzipan: Polymerase Chain Reaction-Driven Methods for Authenticity Control. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (22), 11910–11917. doi: <https://doi.org/10.1021/jf202484a>

6. Sadohara, R. (2019). Quality characteristics of bean paste as a confectionery ingredient and recent breeding efforts of common beans in Japan. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (1), 10–15. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10013>

7. Inoue, Y., Kato, S., Saikusa, M., Suzuki, C., Otsubo, Y., Tanaka, Y. et. al. (2016). Analysis of the cooked aroma and odorants that contribute to umami aftertaste of soy miso (Japanese soybean paste). *Food Chemistry*, 213, 521–528. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.106>

8. Talebi, S., Chen, G. Q., Freeman, B., Suarez, F., Freckleton, A., Bathurst, K., Kentish, S. E. (2019). Fouling and in-situ cleaning of ion-exchange membranes during the electrodialysis of fresh acid and sweet whey. *Journal of Food Engineering*, 246, 192–199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.11.010>

9. Chen, G. Q., Eschbach, F. I. I., Weeks, M., Gras, S. L., Kentish, S. E. (2016). Removal of lactic acid from acid whey using electrodialysis. *Separation and Purification Technology*, 158, 230–237. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.12.016>
10. Ortiz Quezada, A. G., Castilla Asaf, A., Sacks, G. L. (2021). Optimization of conditions for Greek style yogurt acid whey demineralization and its effects on filterability. *International Dairy Journal*, 123, 105163. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105163>
11. Romanchuk, I., Minorova, A., Krushelnyska, N. (2018). Physical-chemical composition and technological properties of demineralized milk whey received by membrane methods. *Agricultural Science and Practice*, 5 (3), 33–39. doi: <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.033>
12. Merkel, A., Voropaeva, D., Ondrušek, M. (2021). The impact of integrated nanofiltration and electrodialytic processes on the chemical composition of sweet and acid whey streams. *Journal of Food Engineering*, 298, 110500. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110500>
13. Кравченко, М., Рибчук, Л. (2019). Нові види оздоблювальних кондитерських напівфабрикатів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 1 (19), 255–261. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau\\_2019\\_19\\_1\\_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau_2019_19_1_35)
14. Кравченко, М., Рибчук, Л. (2018). Структурно-механічні властивості цукрових паст. *Товари і ринки*, 3, 77–90. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary\\_2018\\_3\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2018_3_10)
15. Кравченко, М., Шаповал, С., Рибчук, Л. (2018). Властивості поверхні цукрових паст. *Товари і ринки*, 4, 124–131. doi: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)12](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)12)
16. Полєвода, Ю. А. (2020). Дослідження гліцериномістких поверхнево-активних речовин в харчових і переробних виробництвах. *Вібрації в техніці та технологіях*, 1 (96), 141–148. doi: <https://doi.org/10.37128/2306-8744-2020-1-15>
17. Кравченко, М., Рибчук, Л. (2019). Кондитерські мастики з гліцерином: реологічні характеристики. *Товари і ринки*, 2, 87–97. URL: [http://tr.knute.edu.ua/files/2019/02\(30\)2019/10.pdf](http://tr.knute.edu.ua/files/2019/02(30)2019/10.pdf)
18. Томчик, О. М., Савін, С. М., Кочетов, В. П. (2015). Пат. № 100447 UA. Спосіб зберігання сільськогосподарських харчових продуктів або сировини. № u201501050; заявл. 10.02.2015; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 14. URL: <https://uapatents.com/5-100447-sposib-zberigannya-silskogospodarskikh-kharchovikh-produktiv-abo-sirovini.html>
19. Оболкина, В., Залевская, Н., Гуреева, В., Кишко, Е. (2011). Изучена эффективность смесей эмульгаторов и стабилизаторов в кондитерских изделиях. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 5 (78), 11–12.
20. Горальчук, А. Б., Пивоваров, П. П., Гринченко, О. О., Погожих, М. І., Полевич, В. В., Гурський, П. В. (2006). Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик. *Харків: ХДУХТ*, 63.