

УДК 663.916.5-046.37 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)12](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)12)

Михайло КРАВЧЕНКО

E-mail: m.f.kravchenko@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-1425-563X

д. т. н., професор, завідувач кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Світлана ШАПОВАЛ

E-mail: shapoval@knteu.kiev.ua
ORCID ID: 0000-0001-7650-8597

к. т. н., доцент, проректор з науково-педагогічної роботи, доцент кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Лариса РИБЧУК

E-mail: lorchik88@ukr.net
ORCID ID: 0000-0002-6282-7295

аспірант кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНІ ЦУКРОВИХ ПАСТ

Досліджено властивості поверхні цукрових паст із використанням молочної сироватки сухої демінералізованої. Установлено її вплив на адгезійно-когезійні взаємодії оздоблювальних напівфабрикатів. Визначено раціональну кількість молочної сироватки сухої демінералізованої в рецептурах цукрових паст за часом контакту й міцністю адгезії.

Ключові слова: цукрова паста, молочна сироватка суха демінералізована, адгезія, когезія, липкість.

Кравченко М., Шаповал С., Рыбчук Л. Свойства поверхности сахарных паст.

Исследованы свойства поверхности сахарных паст с использованием молочной сыворотки сухой деминерализованной. Установлено ее влияние на адгезионно-когезионные взаимодействия отделочных полуфабрикатов. Определено рациональное количество молочной сыворотки сухой деминерализованной в рецептурах сахарной пасты по времени контакта и прочности адгезии.

Ключевые слова: сахарная паста, молочная сыворотка сухая деминерализованная, адгезия, когезия, липкость.

Постановка проблеми. У виробництві харчових продуктів поверхневі властивості проявляються найчастіше під час адгезійно-когезійної взаємодії виробів із поверхнею матеріалу апарата чи машини. Водночас певною мірою спостерігається липкість продукту, що виявляється у здатності його прилипання до поверхні стрічки транспортера, робочого органу чи іншої поверхні машини або апарата, впливає на витрати енергії при виробництві харчових продуктів і на їхню якість.

© Михайло Кравченко, Світлана Шаповал, Лариса Рыбчук, 2018

Липкість у деяких випадках може бути об'єктивним показником якості продукту. Недостатня липкість може вплинути на технологічні процеси перемішування, штампування, формування виробів, що є важливим для виробництва цукрових паст і виготовлення оздоблювальних напівфабрикатів з них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних і патентних джерел засвідчив, що рецептурний склад і технологія виготовлення цукрових паст тривалий час не удосконаливались. У зв'язку із швидкими темпами розвитку кондитерської промисловості та створенням нових технік декору рецептурний склад цукрових паст потребує постійної модернізації залежно від технологічного призначення. Цукрова паста, виготовлена за традиційною рецептурою, досить крихка, під час обтягування кондитерських виробів швидко обвітряється і розтріскується, унаслідок чого неможливо отримати виріб правильної геометричної форми.

Сучасний рівень виготовлення цукрових паст і моделювання фігурних виробів з них потребують як удосконалення технології, так і різноманіття прийомів ліплення, одного з найпоширеніших способів виготовлення оздоблювальних напівфабрикатів [1].

За кордоном видано багато посібників з різних методик створення оздоблювальних напівфабрикатів і розроблення відповідних рецептур цукрових паст. Основоположниками в цьому напрямі є практикуючі кондитери Великої Британії Alan Dunn [2, с. 8–12] і Lindy Smith [3 с. 14–20] та ін.

З метою регулювання консистенції цукрових паст вітчизняного виробництва запропоновано, зокрема, частку цукрової пудри замінювати на молочну сироватку сухої демінералізовану (МССД) [4].

Зовсім не вивченою є адгезія цукрових паст, виготовлених за традиційною технологією. З метою розробки нових видів цукрових паст варто дослідити окреслену характеристику.

Мета роботи – визначення раціональної концентрації молочної сироватки сухої демінералізованої у рецептурах цукрових паст на основі дослідження їхніх поверхневих властивостей за часом контакту й міцністю адгезії.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – адгезія цукрових паст із молочною сироваткою сухою демінералізованою.

Предмет дослідження – цукрова паста, виготовлена за традиційною технологією [5] та із заміною 10–70 % і більше цукрової пудри на МССД.

Сировина – молочна сироватка суха демінералізована (підсирна із рівнем демінералізації 90 %) за ТУ У 15.5-00419880-089:2014, яку виготовляє АО "Молочний альянс" (м. Золотоноша); патока крохмальна за ДСТУ 4523:2006; желатин харчовий за ГОСТ 11293–89; цукрова пудра за ГОСТ 3136–2008 вода питна ДСТУ 7225:2014.

Дослідження поверхневих структурно-механічних властивостей цукрових паст з МССД контрольних і досліджуваних зразків проведено на динамометрі МІГ-1.3 методом нормального відриву.

На горизонтальний зріз продукту опускали динамометр із нерухомо закріпленим диском із нержавіючої сталі без отворів. Диск вдавлюється в продукт на 0.5–1.0 мм, водночас значення сили більше за межу вимірювання динамометра.

Після 2–3 с вдавлювання динамометр із диском повільно піднімали та фіксували значення сили кожні 0.001 с.

Максимальне значення сили, поділене на площу контакту адгезива із субстратом, дорівнюватиме адгезії продукту (ω_a), визначеної за формулою:

$$\omega_a = \frac{-4(F_{ад} - P_{дод})}{\pi d^2}, \quad (1)$$

де $F_{ад}$ – пікове значення сили при відриві диска, мН;
 d – діаметр диска (21.7 мм);

Вимірювання сили здійснено за допомогою динамометричного датчика з діапазоном вимірювань 0.001÷5 Н, ціна поділки динамометра 0.000313 Н. Дані вимірювань виведено як графік в координатах "сила/час" [6].

Для оцінки достовірності одержаних результатів визначено достовірність відхилення, величина якого має бути не більше ніж 0.05.

Результати дослідження. Харчові маси цукрових паст є складними структурованими системами, що поєднують властивості пружних, пластичних і в'язких тіл. Адгезія пружно-пластичних харчових мас реалізується на межі розділу двох твердих тіл. Пружно-пластичні тіла мають аномальну в'язкість, яка змінюється залежно від напруги зсуву, властивостей маси та інших факторів. Причина мінливості в'язкості полягає в особливостях структури пружно-пластичних тіл. Адгезія як поверхнєве явище виникає на межі розподілу двох фаз різнорідних конденсованих тіл: харчові маси – одна фаза, поверхня контакту – друга фаза [7; 8].

Поверхнєві властивості харчових мас, зокрема адгезія, залежить від об'ємних властивостей самих мас. Останні визначають площу контакту двох тіл, яка впливає на величину адгезії та її наслідок, який характеризує стан поверхні після видалення прилиплої маси. Відрив матеріалу від твердої контактної поверхні може мати адгезійний (межа поділу проходить по поверхні контактної пластини), когезійний (межа поділу міститься в шарі продукту) і змішаний характер [9].

Адгезія обумовлена різними за своєю природою силами та зв'язками, їх можна умовно розбити на дві групи. Перша група сил проявляється при зближенні двох тіл і за відсутності контакту між ними, коли є зазор певної величини. Ці ж сили діють і після порушення контакту різнорідних тіл і не можуть існувати за відсутності контакту.

Друга група сил виникає тільки після контакту різнорідних тіл і не може існувати за його відсутності [8; 9].

На основі отриманих даних за формулою (1) визначено показники міцності адгезії цукрових паст з концентрацією МССД 10–60 % й часом контакту 5 с і побудовано відповідний графік (рис. 1).

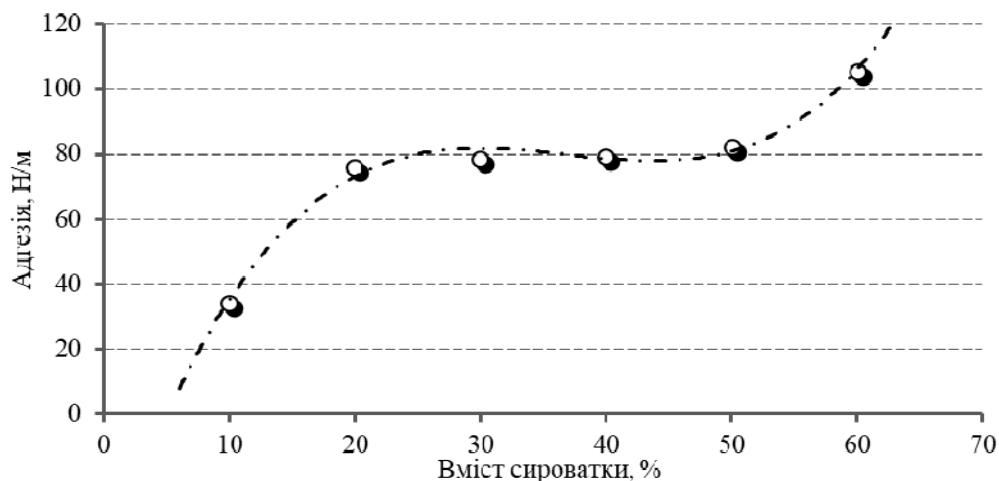


Рис. 1. Міцність адгезії цукрових паст із МССД і часом контакту 5 с

Установлено математичну залежність адгезії цукрових паст від вмісту МССД, що з достовірністю апроксимації $R^2 = 0.98$ описується рівнянням:

$$\omega_a = 0.004x^3 - 0.092x^2 + 3.349x + 15.01, \quad (2)$$

де ω_a – адгезія, Н/м²; x – вміст сироватки, %.

Зазначена вище функція має два екстремуми: при вмісті МССД 29.8 і понад 65 %. Проаналізувавши графік, можна визначити, що при концентрації МССД з 20 до 50 % суттєвих змін адгезії не відбувається, вона зростає в 2.2–2.5 рази порівняно з контролем. Саме тому для подальших досліджень обрано рецептури цукрових паст із вмістом МССД від 20 до 50 %.

На основі отриманих даних за формулою (1) визначено показники адгезії цукрових паст із концентрацією МССД 20, 30, 50 % та часом контакту в діапазоні 2–90 с (таблиця).

Міцність адгезії цукрових паст із МССД із часом контакту в діапазоні 2–90 с

($n = 5; P \leq 0.05$)

Варіант досліджу	Час контакту, с								
	2	5	10	15	20	30	45	60	90
Контроль	21.47	22.93	26.46	34.16	37.43	38.06	38.70	38.50	38.82
МССД, 20 %	41.84	52.04	53.45	64.65	76.12	78.57	79.20	78.89	78.92
МССД, 30 %	42.54	55.05	60.03	79.02	80.01	80.05	80.10	79.27	78.76
МССД, 50 %	55.64	58.45	79.57	81.56	82.10	82.65	82.35	82.41	82.62

Якщо провести порівняльний аналіз впливу часу контакту на міцність адгезії, то можна зробити висновок, що зі збільшенням концентрації МССД і часу контакту міцність адгезії зростає не прямо пропорційно. З часом контакту від 2 до 20 с міцність адгезії зростає стрімко, а далі зі збільшенням часу контакту від 25 до 90 с – незалежно від концентрації МССД міцність адгезії є стабільною.

Затим визначали показники міцності адгезії після обвітрювання. За отриманими даними побудовано графік залежності показників міцності адгезії цукрових паст із МССД від часу обвітрювання 2–90 с із часом контакту 5 с (рис. 2).

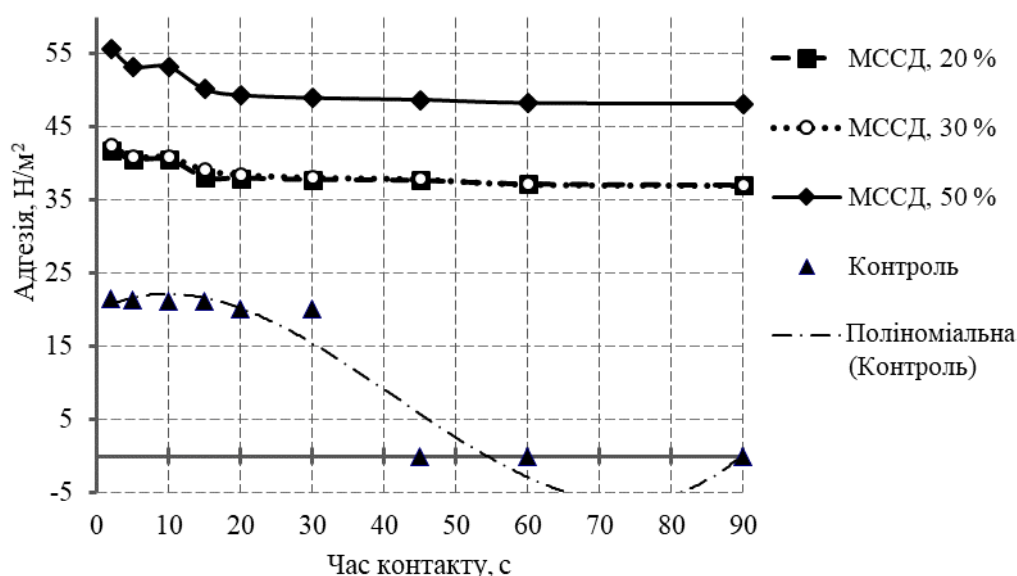


Рис. 2. Залежність міцності адгезії цукрових паст із МССД від часу обвітрювання* при контакті з адгезивом 5–6 с

* У контрольному зразку після 30 с обвітрювання адгезія не спостерігалася.

Отже, із встановлених залежностей можна зробити висновок, що із підвищенням концентрації МССД подовжується час роботи з пастою, що є позитивним явищем, особливо для створення оздоблювальних напівфабрикатів ручним способом. Міцність адгезії із збільшенням часу обвітрювання повільно зменшується, але контрольний зразок за 30 с обвітрюється повністю, тоді як адгезія поверхні присутня до 90 с у цукрових пастах із вмістом МССД 20, 30 і 50 %.

У адгезії є супутні явища, які характеризують об'ємні властивості харчових мас та істотно впливають на адгезійну взаємодію компонентів пасти. Вплив об'ємних характеристик харчових мас на поверхневі властивості можна простежити, розглядаючи співвідношення адгезії та когезії [7; 8].

У разі адгезії має місце межа розділу фаз, для когезії така межа відсутня. У цьому одна з характерних особливостей когезії – її принципова відмінність від адгезії [9].

Встановлено мінімальний час контакту, коли спостерігається явище когезії для цукрових паст з МССД (рис. 3).

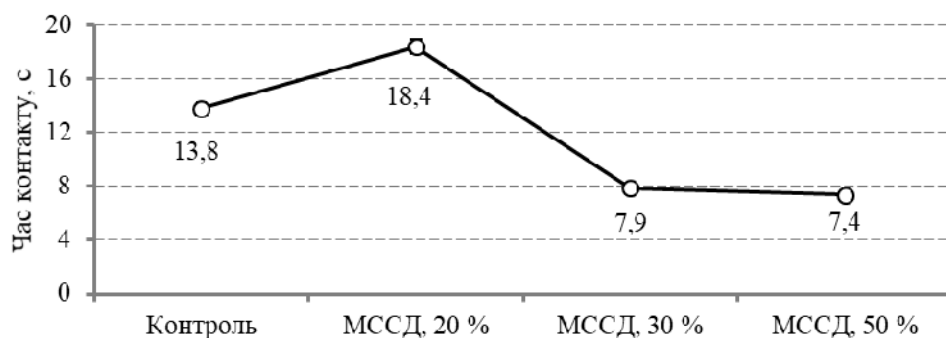


Рис. 3. Час контакту, при якому спостерігається когезія в цукрових пастах з МССД

Унаслідок проведених досліджень визначено, що зі збільшенням концентрації МССД до 50 % когезія спостерігається вже на сьомій секунді, а це майже в 2 рази швидше порівняно з контрольним зразком. Така тенденція спостерігається і для паст з концентрацією МССД 30 %, проте як для концентрації МССД 20 % когезія спостерігається на вісімнадцятій секунді, що майже на 5 с пізніше порівняно з контролем.

Когезія означає зв'язок всередині цукрової пасти, тобто в межах однієї фази. На рис. 4 наведено досліджені показники міцності когезії для цукрових паст з МССД.

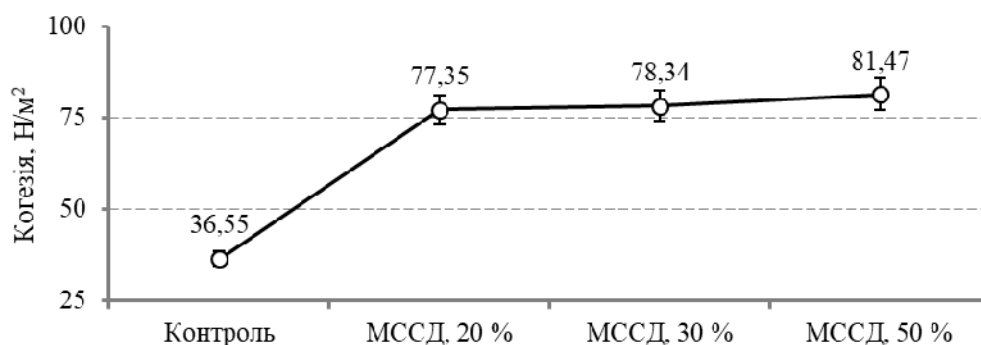


Рис. 4. Показники міцності когезії цукрових паст з МССД

Згідно з отриманими даними, зі збільшенням концентрації МССД у складі цукрових паст суттєво зростає міцність на розрив (когезія), а саме – в 2.0–2.2 рази порівняно з контролем, що суттєво корегує консистенцію цукрових паст.

Висновки. Встановлено показники адгезійно-когезійної взаємодії цукрових паст із додаванням молочної сироватки сухої демінералізованої. Збільшення концентрації сироватки до 50 % у складі цукрових паст підвищує показники міцності адгезії майже в 2.5 рази, когезії в 2.2 рази порівняно з контролем. Час контакту на показники міцності адгезії суттєво впливає лише до 20 секунди, далі адгезія є стабільною.

Отже, внесення молочної сироватки сухої демінералізованої суттєво подовжує термін виготовлення оздоблювальних напівфабрикатів, що особливо є позитивним для таких, що виготовляються методом ліплення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Новікова О. В.* Малювання та ліплення для кондитерів : підр. Харків : Світ книги, 2018. 206 с.
2. *Dunn A.* Sugarcraft flower arranging. England, Ashington : New Holland Publishes, 2009. 146 с.
3. *Smith L.* The Contemporary Cake Decorating Bible. England, Ashington : Creative Techniques, Fresh Inspiration, Stylish Designs Hardcover. New Holland Publishes, 2011. 249 с.
4. *Кравченко М. Ф., Рибчук Л. А.* Структурно-механічні властивості цукрових паст. Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2018. № 3 (27). С. 77–90.
5. *Гуленко Л., Сібілева Е., Животкевич Л.* Рецептури: торти, тістечка бісквітні, перекладенці, рулети. Київ : УКРХЛІБПРОМ, 2013. 600 с.
6. *Шаповал С. Л., Романенко Р. П., Форостяна Н. П.* Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів : монографія. Київ : Київ нац. торг-екон. ун-т. 2017. 192 с.
7. *Черевко О. І., Михайлов В. М., Маяк В. І., Маяк О. А.* Реологія в процесах виробництва харчових продуктів : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2014. 244 с.
8. *Муратова Е. И., Смолихина П. М.* Реология кондитерских масс : монографія. Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2013. 188 с.
9. *Омельянчик Л. О., Гаврилова Л. О., Лашко Н. П., Карпенко Ю. В.* Реологія харчової сировини та продуктів : посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2013. 89 с.

Стаття надійшла до редакції 19.09.2018.

Kravchenko M., Shapoval S., Rybchuk L. Properties of sugar paste surface.

Background. In the production of food products, surface properties are most often manifested during the adhesion-coagulation interaction of products with the surface of material of a device or machine, which affects energy consumption in the production of food products and their quality. In addition, stickiness in some cases may be an objective indicator of the quality of the product. Insufficient stickiness can affect the process of mixing, stamping, forming of products, which is important for the production of sugar paste and the manufacture of finishing semi-finished products from them. The adhesion of sugar paste is made by means of using traditional technology which has not been studied at all. In order to develop new types of sugar paste, it is necessary to examine the specified characteristic.

The aim of the work is to determine the rational concentration of milk whey in a dry, demineralized sugar paste based on the study of their surface properties in terms of contact time and adhesion strength.

Material and methods. Investigation of properties of sugar paste surface using MCSD and determination of its influence on adhesion-coaghesial interactions of decorating semi-finished products on controlled and investigated samples was carried out on a dynamometer MIG-1.3 by using the method of normal separation.

Results. The influence of the concentration of MCSD in the composition of sugar paste on the strength of adhesion was investigated. For further research, the range with the content of MCSD is chosen 20–50 %, as the increase in the proportion of MCSD adhesion increases indexes of the durability of sugar beet adhesion with MCSD from the time of weathering 2–90 s with contact time of 5 s has made it possible to establish that as abnormal. It has been established that with increasing concentration of MCSD and contact time, the adhesion strength does not increase directly in proportion to the temperature. With the time of contact 2–20 with the strength of adhesion rapidly increases, then with

increasing contact time from 25 to 90 s, regardless of the concentration of MCSD, the adhesion strength is stable. Investigation of the dependence of the induration of MCSD increases, the time of working with the paste increases, which is a positive phenomenon, especially for the creation of finishing half-finished products by hand. The strength of adhesion with increasing weathering time is slowly decreasing, but the control sample is overshadowed by 30 seconds, while surface adhesion is present in up to 90 s in sugar pastes containing 20, 30 and 50 % MCSD. It was established that with increasing concentration of MCSD the strength of the gap (cogenesis) is significantly increased, almost in 2.0–2.2 times compared with the control, which significantly corrects the consistency of sugar paste.

Conclusion. The indexes of adhesive-cohesive interaction of sugar paste with the addition of milk whey, dry and demineralized, have been established. Increasing the concentration of serum to 50 % in the sugar paste increases the index of adhesion strength by almost 2.5 times, the cohesion is 2.2 times compared with the control. The contact time on the adhesion strengths significantly affects only up to 20 seconds, further adhesion is stable. Consequently, it was investigated that the introduction of dry demineralized milk whey essentially prolongs the period of manufacture of decorating semi-finished products, which is especially positive for those made by the modeling method.

Keywords: sugar paste, milk whey, dry and demineralized, adhesion, cohesion and tackiness.

REFERENCES

1. Novikova, O. V. (2018). *Maljuvannja ta liplennja dlja kondyteriv* [Drawing and modeling for confectioners]. Harkiv : Svit knygy [in Ukrainian].
2. Dunn, A. *Sugarcraft flower arranging*. England, Ashington : New Holland Publishes, 2009. 146 c. [in English].
3. Smith, L. *The Contemporary Cake Decorating Bible*. England, Ashington : Creative Techniques, Fresh Inspiration, Stylish Designs Hardcover. New Holland Publishes, 2011. 249 c. [in English].
4. Kravchenko, M. F., & Rybchuk, L. A. (2018). *Strukturno-mehanichni vlastyvoli cukrovych past* [Structural mechanical properties of sugar paste]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky" – International scientific and practical magazine "Goods and Markets"*, 3 (27), 7-90. [in Ukrainian].
5. Gulenko, L., Sibiljeva, E., Zhyvotkevych, L. (2013). *Receptury: torty, tistechka biskvitni, perekladenci, rulety* [Recipes: cakes, biscuit cakes, shortcakes, rolls]. Kyi'v : UKRHLIBPROM [in Ukrainian].
6. Shapoval, S. L., Romanenko, R. P., Forostjana, N. P. (2017). *Diagnostyka fizychnyh vlastyvostej harchovyh produktiv* [Diagnostics of physical properties of food products]. Kyi'v : Kyi'v nac. torg-ekon. un-t [in Ukrainian].
7. Cherevko, O. I., Myhajlov, V. M., Majak, V. I., Majak, O. A. (2014). *Reologija v procesah vyrobnyctva harchovyh produktiv* [Rheology in the processes of food production]. Harkiv : HDUHT [in Ukrainian].
8. Muratova, E. I., Smolihina, P. M. (2013). *Reologija konditerskih mass* [Rheology of confectionery masses]. Tambov : Izd-vo FGBOU VPO "TGTU" [in Russian].
9. Omel'janchyk, L. O., Gavrylova, L. O., Lashko, N. P., Karpenko, Ju. V. (2013). *Reologija harchovoi' syrovyny ta produktiv* [Rheology of food raw materials and products]. Zaporizhzhja : ZNU [in Ukrainian].