

## **ЗБИВНІ КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБИ З ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ**

**Н.П. Шаповалова, М.В. Рудавська**

*Досліджено вплив внесених дієтичних добавок ламідану та цикорлакту на подовження гарантованого терміну зберігання збивних кондитерських виробів – зефіру та збивного лукуму, а також зміни їх якості в процесі зберігання. Наведено результати дослідження сорбційних характеристик розроблених збивних кондитерських виробів, показника активності води в них. Розглянуто особливості та методики визначення активності води в них. Аргументовано можливість подовження терміну зберігання збивних виробів шляхом одночасного використання в їхньому складі ламідану і цикорлакту.*

**Ключові слова:** активна вода, гігроскопічна вологість, гідроколоїди, збивні кондитерські вироби, зефір, лукум, ламідан, цикорлакт.

## **СБИВНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ С УВЕЛИЧЕННЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЯ**

**Н.П. Шаповалова, М.В. Рудавская**

*Изучено влияние внесенных диетических добавок ламидана и цикорлакта на увеличение гарантийного срока хранения сбивных кондитерских изделий – зефира и сбивного лукума, а также изменение их качества в процессе хранения. Приведены результаты исследования сорбционных характеристик разработанных сбивных кондитерских изделий, показателя активности воды в них. Рассмотрены особенности и методики определения активности воды в пищевых продуктах. Аргументирована возможность продления срока хранения сбивных кондитерских изделий путем одновременного использования в составе ламидана и цикорлакта.*

**Ключевые слова:** активность воды, гигроскопическая влажность, гидроколлоидные вещества, сбивные кондитерские изделия, зефир, лукум, ламидан, цикорлакт.

## **WHIPPED PASTRY WITH EXTENDED SHELF LIFE**

**N. Shapovalova, M. Rudavskaya**

*The purpose of this work was to study the influence of supplements and methods of packaging to extend the guaranteed term of storage of the whipped pastry and the changes of their quality during the storage. During storage of the whipped pastry the complex physical and chemical, biochemical, microbiological processes are undergo due*

*to their characteristics, conditions and storage term. Some of them significantly impact on the change of the quality of products during their storage. For whipped products, which are spumy structures are characterized by a process of becoming hard: products lose moisture, initial texture, harden, changing their structure and form. The intensity of these processes depends on storage conditions, relative moisture and ambient temperature, the recipe of products, the nature and concentration of gelling substances; the quantity of added molasses and degree of dispersion of whipped masses. In the process of studies used generally recognized and modern methods. The number and ratio of free and bonded water in the new products were determined by derivatograf Q-1500. The Sorption's properties – on sorption-vacuum system by Mac-Ben.*

*Represented the results of investigations to determine the activity of water in the marshmallows and whipped lukum. On the basis of these studies was demonstrated that the addition of the whipped confectionery algae increases the number and diameter of the pores, causing more adsorption properties. Porous samples should soft, that are desirable consumer properties for finished products. Arguments the possibility of extending the long-term of storage of the whipped pastry from 30 to 90 days by simultaneous use in Lamidan and Cichorlact. On the basis of these studies the specifications for the new of the whipped pastry with long-term storage developed and approved recipes and technological instructions.*

**Keywords:** *active water, the hygroscopic moisture content, hydrocolloids, the whipped pastry, marshmallow, whipped Turkish delight, Lamidan, Cichorlact.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Термін зберігання кондитерських виробів визначається за двома комплексними показниками якості. Перший комплексний показник якості можна диференціювати за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, смак, запах, консистенція), фізико-хімічними (масова частка вологи, форми зв'язку вологи) та показниками, що характеризують біологічну цінність виробів (вміст у продукті білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин). Ці показники повинні залишатися практично незмінними протягом усього гарантованого терміну зберігання.

До другої групи належать показники безпечності, у першу чергу мікробіологічні. У тому разі, коли хоча б один показник другої групи досягає граничного значення, кондитерські вироби стають непридатними до вживання. Щоб збільшити терміни зберігання, необхідно стабілізувати показники першої групи й уповільнити зміни другої.

Під час оцінювання якості й термінів придатності харчових продуктів одним із визначальних фізико-хімічних показників є масова частка вологи, що у першу чергу впливає на розвиток мікроорганізмів. Зі зниженням масової частки вологи інтенсивність розмноження мікроорганізмів знижується і в разі досягнення визначеного впливу вологи припиняється. Проте для розвитку мікроорганізмів мас

значення не абсолютна вологість, а доступність води для розвитку мікроорганізмів. Цей показник називається активністю води [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Активність води – один з основних параметрів зберігання харчових продуктів. Цей чинник є інтегральним показником, що характеризує вологовміст продукту, структуру, його хімічний склад, можливість розвитку мікроорганізмів, а також термодинамічні параметри, що використовуються для визначення енергії зв'язку вологи з матеріалом. Показник «осмотичний тиск» для цієї мети не цілком придатний, хоча ці параметри взаємопов'язані. Активність води відображає внутрішній стан продукту, осмотичний тиск характеризує взаємодія продукту із зовнішнім середовищем [1]. Дослідження показника активності води в харчових продуктах активно розглядаються в науковій літературі. Слід відзначити праці вітчизняних і зарубіжних учених, таких як А.М. Дорохович, Оболкіна, В.А. Єрмолаєв та ін. [2; 3].

Активність води визначається за величиною рівноважної відносної вологості та слугує для кількісного визначення енергії зв'язку вологи з матеріалом (1):

$$a_w = (P.B.B.) / 100 = P_n / P_s, \quad (1)$$

де  $a_w$  – активність води, у десяткових частках;

$P.B.B.$  – рівноважна відносна вологість, за якої продукт не вбирає в себе вологу та не віддає її в навколишнє середовище;

$P_n$  – парціальний тиск парів води, наявних у газовій суміші;

$P_s$  – тиск насичення, або парціальний тиск парів над чистою водою за температури газу.

Відношення  $a_w = P_n / P_s$  входить в основну термодинамічну формулу визначення енергії зв'язку вологи з матеріалом (рівняння Ребіндера).

Відомо, що між водою, хімічними сполуками та біологічною структурою харчових продуктів відбуваються взаємодії різного характеру. А саме вода є дисперсним середовищем для цілої низки хімічних реакцій і метаболізму мікроорганізмів у харчових продуктах. Величина  $A_w$  добре корелює з багатьма з них. Так, зниження  $A_w$  від 1 до 0,2 призводить до значного уповільнення хімічних і ферментативних реакцій, крім процесу окиснення ліпідів і реакції Майяра.

На сьогодні вивчено та визначено порогові значення  $A_w$  для більшості мікроорганізмів, за межами яких сповільнюються або припиняються процеси їх росту. Так для більшості бактерій граничне значення  $A_w$ , що забезпечують їх нормальний розвиток має бути не нижче 0,90–0,99. Дріжджі та цвілеві гриби добре розвиваються навіть у межах

$A_w = 0,85-0,65$ . Зокрема, в кондитерському виробництві найбільш небезпечні осмофільні дріжджі, які можуть розвиватися за  $A_w$  близькою до 0,70 і бути причиною псування готових кондитерських виробів зі збивною структурою, які вміщують значну частку цукру та курячий білок.

Різні види кондитерських виробів мають активність води від 0,4 до 0,95. Контроль показника активності води дозволяє прогнозувати процеси, що перебігають під час збереження кондитерських виробів.

За значенням показника активності води всі кондитерські вироби поділяють на три групи:

I група – вироби з показником активності води менш 0,65 – низької вологості, менше 10...13%. До них належать цукерки з праліновими, марципановими корпусами, шоколад.

II група – вироби з проміжною вологістю ( $a_w$  від 0,65 до 0,95). Вологість виробів становить від 13 до 35%. До них належать цукерки зі збивними, желейними, фруктовими-желейними корпусами.

III група – вироби з високою вологістю – більше 35%, а більш 0,9. До них належать група бісквітів і бісквітних тортів.

У виробах із низькою вологістю активність мікроорганізмів подавлена. У виробах із проміжною вологістю можливі окисні процеси та мікробіологічне псування. Багато цвілевих грибів і дріжджі розвиваються за активності води вже вище 0,62. Активність води впливає і на процеси окиснення ліпідів і білків. Максимальна швидкість окиснювальних процесів у кондитерських виробів знаходиться в діапазоні  $A_w$  від 0,6 до 0,85.

Виходячи з цього, контролюючи функціонально-технологічні показники в готових продуктах, зокрема показник  $A_w$  у збивних кондитерських виробах, можна прогнозувати їхню здатність до зберігання, що дозволить створити «карти стабільності» кондитерських виробів і визначити оптимальні умови їх зберігання. Тобто визначення показника активності води окремих компонентів таких складних систем, як збивні кондитерські маси, дасть змогу передбачити їхню поведінку в процесі формування структури напівфабрикатів і цілеспрямовано регулювати їхні технологічні властивості [4].

Одними з компонентів, які істотно можуть змінювати значення активності води в дисперсних системах, є гідроколоїди. За умови введення високомолекулярних сполук у кондитерські маси відбувається зв'язування вільної вологи, колоїдна система втрачає свою рухливість і її консистенція змінюється. Це треба враховувати під час моделювання структурних властивостей дисперсних систем під час формування різних структур напівфабрикатів кондитерських виробів.

**Метою статті** було створення збивних кондитерських виробів із подовженим терміном зберігання, з одночасним збереженням структурних показників і показників безпечності готових виробів.

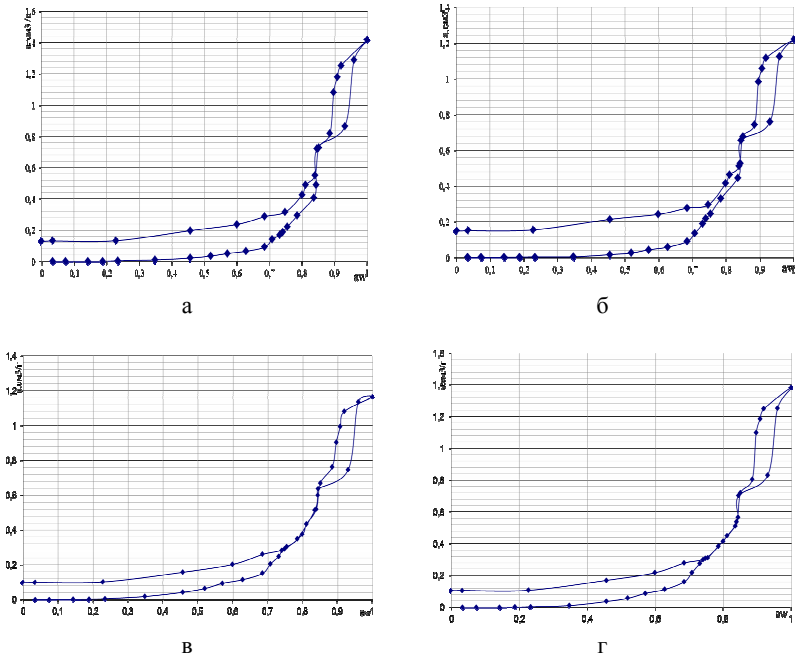
Об'єктами слугували розроблені зефір «Перлина океану», збивний лукум «Східна перлинка», збагачені біологічно цінними рецептурними компонентами – ламіданом і цикорлактом, та традиційні збивні кондитерські вироби як контроль [5]. Відповідно до мети проведено дослідження впливу внесених дієтичних добавок «Ламідан» та цикорлакт на сорбційні та реологічні характеристики збивних виробів [6]. Визначено терміни та умови зберігання розроблених виробів – зефіру і лукуму збивного.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дієтична добавка «Ламідан», яка використана в рецептурах розроблених виробів має у своєму складі альгінові кислоти. Солі альгінових кислот завдяки своїй здатності зв'язувати воду можуть впливати на активність води, що важливо з позиції розвитку мікроорганізмів і збільшення терміну зберігання харчових продуктів. «Ламідан» використовується не лише як натуральний ентеросорбент, а також як ефективний стабілізатор збивних мас.

У рецептурах нових виробів, крім традиційної сировини, використовували біологічно цінний продукт – цикорлакт. Останній поєднує в собі сухі речовини молока та екстракт цикорію, що дозволяє покращити смакові властивості нових виробів і додатково збагатити їх повноцінними білками, інуліном, кальцієм та іншими біологічно активними компонентами. Включення до рецептур збивних кондитерських виробів цикорлакт, який містить полісахарид інулін (природний лінійний полімер), також сприяє здатності нових виробів утримувати воду. Крім того, білкам сухого молока, які становлять 2/3 сухих речовин цикорлакт, також притаманні водозв'язуючі властивості. Дієтичні добавки ламідан і цикорлакт містять значну кількість мікро- та мікроелементів, що, очевидно, сприяє утворенню додаткових міцних молекулярних зв'язків із рідкою фазою піноподібної маси в розроблених виробках. Ці рецептурні компоненти, очевидно, відіграють роль додаткових стабілізаторів структури збивної маси, які зменшують її синерезис.

Одним із методів, що дає можливість визначити гідратаційну здатність речовин і їх термодинамічні параметри, є аналіз ізотерм сорбції. Сорбційні характеристики збивних кондитерських виробів визначали на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена на базі дослідної лабораторії Українського інституту фізичної хімії ім. Л.В. Пісаржевського НАН України.

Зняття ізотерм адсорбції парів проводилося ваговим методом на вакуумній установці з пружинними кварцовими вагами Мак-Бена. Ізотерми адсорбції-десорбції води збивними виробами подано графічно на рисунку.



**Рис. Ізотерми адсорбції-десорбції води збивними виробами: а – зефір-контроль; б – зефір «Перлина океану»; в – лукум-контроль; г – лукум «Східна перлинка»**

Можна відзначити, що отримані ізотерми адсорбції-десорбції води мають S-подібний характер і нагадують ізотерми полімолекулярної адсорбції з досить розвиненим гістерезисом. Такі ізотерми є характерними для тонкопористих адсорбентів із жорсткою пористою структурою. Проте у випадку адсорбції води збивними виробами їх пориста структура є лабільною, тобто вона змінюється в процесі набухання полісахаридів [7].

Під час детального аналізу форми ізотерм адсорбції відповідно до рисунка, можна відзначити хвилеподібний характер кривих адсорбції в інтервалі активностей  $a_w = 0,0:0,75$ .

Такий складний характер кривих можна порівняти з поступовим розвитком ленгмюровських ізотерм адсорбції, що відповідають

утворенню першої та другої гідратних оболонки навколо активних поверхневих центрів гідроколоїдів, які входять у склад розроблених виробів [8]. Таким чином ізотерму адсорбції можна умовно поділити на три зони, у яких механізм адсорбції і кількість адсорбованої води буде залежати від будови гідроколоїдів у складі готових збивних виробів.

На підставі експериментальних ізотерм адсорбції-десорбції розраховувалася питома поверхня зразків  $S$ , граничний сорбційний об'єм пор  $V_s$  і середній діаметр пор  $d$ . Величина питомої поверхні зразків розраховувалася з ізотерм адсорбції парів за методом полімолекулярної теорії адсорбції парів Брунауера, Еммета і Теллера (метод БЕТ).

Для цього з ізотерм адсорбції визначається кількість молей адсорбованої речовини  $am$ , заслону поверхню адсорбенту щільним мономолекулярним шаром, яке за методом БЕТ визначається з графіка рівняння теорії полімолекулярної адсорбції парів:

$$\frac{P/P_s}{S(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{1}{am} - \frac{C-1}{am \cdot C} \cdot \frac{P}{P_s} \quad (2)$$

де  $a$  – величина адсорбції за даного  $P/P_s$ ,  $\text{см}^3/\text{г}$ ;

$am$  – смність моношару,  $\text{см}^3/\text{г}$ ;

$C$  – енергетична константа.

За величиною відрізка, що відсікається на осі ординат ( $1/amC$ ) і тангенса кута нахилу прямої ( $(C-1/amC)$ ), визначалося  $am$ . Знайшовши значення  $am$ , величину питомої поверхні визначали за формулою

$$S = am \cdot N \cdot \omega, \quad (3)$$

де  $S$  – питома поверхня,  $\text{м}^2/\text{г}$ ;

$\omega$  – площа, що займається молекулою в щільному мономолекулярному шарі,  $\text{Å}^2$ ;

$N$  – число Авогадро.

Перша зона I ( $a_w = 0-0,35$ ) відповідає гідратації найбільш активних адсорбційних центрів, до яких можна віднести етильні та карбоксильні гідрофільні групи  $-\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $-\text{COOH}$ . Взаємодія молекул води з цими групами приводить до проникнення води в проміжки між окремими ланцюгами полісахаридів та їх часткового розширення. Унаслідок цього з'являється можливість проникнення молекул води до інших активних центрів збивних виробів, наприклад, гідроксильних груп глюкозних кілець. Таким чином, під час утворення мономолекулярного шару ( $a_m$ ) вода зв'язується з гідрофільними групами гідроколоїдів за рахунок

водневих зв'язків і полярних вода-іон і вода-диполь взаємодій. Ця найбільш міцно зв'язана вода характеризується фізико-хімічними властивостями, що відрізняються від властивостей об'ємної води. Вона має іншу теплоємність, щільність, в'язкість, теплопровідність, здатність до розчинення, знижену температуру замерзання та ін. [9].

Наступна стадія гідратації полімерів, які входять у склад збивних виробів – II зона, аналогічна другій лентгмюрівській адсорбції, що проявляється в підйомі кривої адсорбції в інтервалі активностей  $a_w=0,35-0,75$ .

II зону – зону полімолекулярної адсорбції – треба розглядати в межі від  $a_w=0,26-0,70$ , тому що досліди проводилися в літній період, коли відносна волога повітря становила 70%. За отриманими даними, рівноважна вологість зефіру (контрольного зразка) дорівнює 14%, за рецептурою – 16%, це вказує, що за  $a_w=0,70$  буде втрачатися волога до рівноважного стану, тобто до 14%, а в дослідному зразку рівноважна волога дорівнює 16%, за  $a_w=0,70$  буде не втрачатися, а поглинатися волога до 17%. Така ж сама залежність спостерігається в дослідних і контрольних зразках лукуму.

У III зоні відбувається процес дифузії вологи в капілярно-пористу структуру пастильних виробів, яка супроводжується процесом набухання та гелеутворення. Ця зона відповідає воді найбільш мобільній і найменш зв'язаній. У драгледоподібних виробках вона є фізично зв'язаною. Кількість води, адсорбованої в третій зоні, становить 50...88% від загальної кількості вологи (за  $a_w=1,00$ ). Такий діапазон значень відносної вологості зумовлений тим, що існують рекомендації за зберігання більшості готових кондитерських виробів за відносної вологості повітря 70...75% [10]. Проте, можуть скластися такі умови зберігання, що відносна вологість повітря менша чи більша за встановлену стандартом, тому діапазон значень відносної вологості повітря був розширений з 65 до 80%.

Найбільшу здатність адсорбувати вологу має лукум «Східна перлінка»  $a_s=0,23 \text{ см}^3/\text{г}$  та лукум контрольний  $a_s=0,21 \text{ см}^3/\text{г}$ , найменшу – зефір контрольний  $a_s=0,14 \text{ см}^3/\text{г}$ . У табл. 1 наведено кількісне значення вільної та зв'язаної вологи в досліджуваних зразках збивних кондитерських виробів у різних зонах рівноважного стану. Вільна вода має ентальпію пароутворення практично таку ж, як чиста вода, вона замерзає та є розчинником.

Із даних, наведених у табл. 1, можна зробити висновок про здатність гідроколідів, які входять у склад збивних виробів, зв'язувати вологу. Найбільша кількість міцно зв'язаної вологи характерна для лукуму «Східна перлінка» з додаванням ламідану порівняно з контрольними зразками. Це пояснюється наявністю крохмалю, який входить до складу лукуму, і дією альгінових кислот (у складі ламідану).



Таблиця 1

**Кількість зв'язаної та вільної вологи в збивних виробах ( $P \geq 0,95$ ,  $n=5$ )**

Виріб	Кількість зв'язаної та вільної вологи, см <sup>3</sup> /г		
	I і II зони, зв'язана волога am+an	III зона, вільна волога ав	загальна кількість сорбованої вологи as=am+an+ав
1	2	3	4
Зефір-контроль	0,02	0,12	0,14
Зефір «Перлина океану»	0,04	0,11	0,16
Лукум-контроль	0,03	0,18	0,21
Лукум «Східна перлінка»	0,05	0,17	0,23

Урахувавши те, що свіжовиготовлені зразки зефіру мають вологу 16...17%, а лукуму – 22...24%, встановлено, що найбільш інтенсивне видалення вологи буде спостерігатися в контрольному зразку зефіру за відносної вологості 75% і становитиме 14%. У зразку зефіру «Перлина океану» з добавками рівноважна вологість за  $\phi=75\%$ , відповідно, становить 22%, тому інтенсивність видалення вологи буде значно меншою, ніж у контрольному зразку. Це зумовлює явище поглинання вологи зразками зефіру з оточуючого середовища, що буде призводити до збільшення частки рідкої фази зефіру та розчинення кристалів твердої фази. Очевидно, на процес поглинання вологи впливає додавання цикорлакту, який містить у своєму складі фруктозу. Тому розроблений зефір із цикорлактом і ламіданом слід зберігати обов'язково пакованим.

Порівняльний аналіз отриманих ізотерм відповідно до рисунка, свідчить про те, що ізотерми десорбції (сушіння) у всіх зразків розміщувалися вище ізотерм сорбції (зволоження) [8]. Характер гістерезисної петлі свідчить про те, що в досліджуваних об'єктах разом із процесом типової адсорбції та капілярної конденсації відбувається набухання та гелеутворення в процесі поглинання вологи. Петля гістерезиса охоплює весь інтервал рівноважних тисків пари. Це зумовлює той факт, що процес зневоднення цілком незворотної. Після процесу десорбції в усіх зразках залишається від 0,01...0,03 см<sup>3</sup>/г вологи. Ці дані можуть свідчити про те, що деяка частина адсорбованої вологи зв'язується зі зразком дуже сильними зв'язками, імовірно всього хімічними. Ця волога не виділяється за зазначених умов

десорбції [10]. Найбільша кількість залишкової вологи міститься в дослідному зефірі з додаванням ламідану.

Для оцінки капілярно-пористої структури пастильних виробів визначали їх геометричні параметри: питому поверхню, сорбційний об'єм пор, середній радіус пор (табл. 2).

Таблиця 2

**Геометричні параметри пористої структури пастильних виробів  
( $P \geq 0,95$ ,  $n=5$ )**

Зразок	Питома поверхня $S$ , м <sup>2</sup> /г	Сорбційний об'єм пор $V_s$ , см <sup>3</sup> /г	Діаметр пор $d$ , Å	Похибка розрахунку поверхні $R^2$
Зефір-контроль	1	1,41	56400	0,5319
Зефір «Перлина океану»	2	1,22	24400	0,9869
Лукум-контроль	2	1,16	23200	0,846
Лукум «Східна перлинка»	6	1,38	9200	0,4819

Сорбційні характеристики збивних виробів визначали на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена, де на попередньо зневоднених зразках здійснювали сорбцію водяної пари до досягнення гігроскопічної вологості, після цього проводили десорбцію в рівноважному стані.

Граничний адсорбційний об'єм пор  $V_s$  визначали з ізотерм адсорбції як добуток величини адсорбції за  $P / P_s = 1$  на молярний об'єм адсорбтива за 200° С:

$$V_s = a * V, \quad (4)$$

де  $V_s$  – граничний сорбційний об'єм пор, см<sup>3</sup>/г;  
 $a$  – величина адсорбції під час насичення, см<sup>3</sup>/г;  
 $V$  – молярний об'єм, см<sup>3</sup>/г (для води дорівнює 0,018 см<sup>3</sup>/г).  
 Середній діаметр пор  $d_c$  розраховували за формулою:

$$d_c = 4V_s / S, \quad (5)$$

де  $d_c$  – середній діаметр пор, Å;  
 $V_s$  – граничний сорбційний об'єм пор зразка, см<sup>3</sup>/г;  
 $S$  – питома поверхня зразка, м<sup>2</sup>/г.

Процес сорбції досліджуваних збивних виробів не можна розглядати як типові адсорбційні та капілярно-сорбційні процеси. У процесі сорбції відбувається набухання, яке супроводжується тим, що рухливі молекули водяної пари проникають в об'єм полімеру, унаслідок чого у молекул високомолекулярних з'єднань підвищується рухливість. Зі збільшенням кількості вологи, що поглинута, у ланках ланцюгів молекул полімеру зростає рухливість і число можливих їх розташувань.

Під час набухання заповнюються спочатку великі пори, потім дрібні. У процесі набухання мінімальний діаметр пор змінює свій розмір, у процесі дифузії вологи пори розширюються і їх розмір збільшуються. У зв'язку з тим, що в зефірі контрольному міститься мезопор із великим діаметром набагато більше, ніж в інших пастильних виробів, він має більшу здатність до набухання і збільшення в'язкості [11; 12].

Виходячи з даних структурних характеристик табл. 2, встановлено, що діаметр пор зразків дуже високий і пори мають майже неможливі розміри, проте поверхня зразків, яка у формулі визначає розмір пор, занадто низька, що й зумовлює неможливий діаметр пор. Низькою питомою поверхнею збивних виробів ми зобов'язані тому, що поверхня зразків дійсно гладка, пори відсутні, зразки мають консистенцію дуже схожу на гуму, але непористу, склеєну цукрами так, що воді туди не протиснутися. Саме тому повна відсутність пор дає лише змочуваність поверхні, що і зумовлює дуже низьку питому поверхню зразків. Тому інформативними є дані з розрахунків розподілу пор за радіусами, де бачимо, як зразки реагують на збільшення вологості повітря (у нашому випадку – вологість збільшується у вакуумі).

Кількість мікроорганізмів у всіх зразках кондитерських виробів незалежно від способу пакування протягом перших 30 діб зберігання поступово зростала. Під час подальшого зберігання їх кількість зменшувалась. Це можна пояснити тим, що після 30 діб зберігання вироби втрачали вільну воду, а деяка її частка переходила у зв'язаний стан, недоступний для мікроорганізмів. Кількісний і якісний склад мікрофлори як показника безпечності пастильних виробів протягом їх зберігання знаходився в межах норм, установлених стандартами, що дозволяє рекомендувати нові пастильні вироби для безпечного споживання впродовж 90 діб зберігання, тобто збільшити термін зберігання в 3 рази порівняно з гарантійним терміном, установленим стандартом [13].

**Висновки.** Із наведених даних розподілу пор за радіусами, можна зробити висновок, що додавання у вихідні зразки як зефіру, так і лукуму водоростей збільшує їх діаметри пор, а головне – збільшує їх кількість, зумовлюючи більші адсорбційні властивості. Проте більш пористі зразки мають бути довше м'якими, що є бажаними споживними властивостями.

Застосування методу БЕТ, який заснований на теорії полімолекулярної (багатошарової) адсорбції, дозволило більш чітко диференціювати вологу в збивних виробках за формами зв'язку та дати кількісну оцінку впливу досліджуваних видів сировини на стан води.

У роботі вперше визначено, що рівноважна вологість зефіру (контрольного зразка) дорівнює 14%, за рецептурою – 16%, це вказує, що за  $a_w=0,70$  буде втрачатися волога до рівноважного стану, тобто до 14%, а в дослідному зразку рівноважна волога дорівнює 16%, за  $a_w=0,70$  буде не втрачатися, а поглинатися волога до 17%. Така ж сама залежність спостерігається в дослідних і контрольних зразках лукуму.

Установлено, що додавання нетрадиційної сировини – Ламідану і цикорлакту, сприяло збільшенню кількості міцно зв'язаної вологи. Альгінові кислоти, які ходять у склад ламідану, призвели до збільшення кількості вологи капілярної та осмотично зв'язаної, цикорлакт - більшою мірою осмотично, крохмаль – адсорбційно зв'язаної, що зумовлено, насамперед, різною хімічною природою цих харчових добавок.

Таким чином, завдяки додаванню дієтичної добавки ламідан було здійснено стабілізацію структурних і фізико-хімічних властивостей збивних кондитерських виробів, що сприяло підвищенню агрегативної стійкості готових виробів протягом тривалого часу. Дозування 7% цикорлакту замість цукру дає можливість збільшити термін зберігання запакованих збивних виробів із 30 до 90 діб. Тому можна рекомендувати застосовувати цикорлакт і ламідан у виробництві збивних кондитерських виробів подовженого терміну зберігання.

#### Список джерел інформації / References

1. Грег С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость : [пер. с англ.] / С. Грег, К. Синг. – М. : Мир, 1970. – 331 с.

Greg, S., Singh, K. (1970), *Adsorption, surface area, porosity* [*Adsorbtsyya, udel'naya poverkhnost', porystost'*], Mir, Moscow, 331 p.

2. Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей суфле на суміші еритритолу та фруктози / Н. Парашина, М. Точілін, А. Мурзін, А. Дорохович // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 80 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів : [матеріали]. – К. : НУХТ, 2014. – Ч. 1. – С. 200–202.

Parashchyna, N., Tochilkin, M., Murzin, A., Dorokhovych, A. (2014), «Research Sorption-desorptiv properties souffle on a mixture of fructose and erythritol», [“Doslidzhennya sorbtsiyno-desorbtsiynykh vlastyovostey sufle na sumishi erytrytolu ta fruktozy”], *Scientific achievements of young people – solving the problems of human nutrition in the XXI century: Math. 80 Int. Science. Conf. young scientists and students*, pp. 200-202.

3. Буйлова Л. А. Динамика активности воды / Л. А. Буйлова, Е. А. Дубова // *Переработка молока*. – 2009. – № 7. – С. 29.

Bujlova, L.A. (2009), “Dynamics of water activity” [“Dinamika aktivnosti vody”], *Milk processing*, p. 29.

4. Манк В. В. Адсорбция воды харчовими углеводами / В. В. Манк // *Хімічні науки : зб. наук. пр. / Київський нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова*. – К., 1998. – С. 12–19.

Mank, V.V. (1998), “Water adsorption with carbohydrates”: *Collected Works*. [«Adsorbtsiya vody kharchovymu vuhlevodamy»], *Chemical Sciences*, Kyiv National. Ped. University. M.P. Dragomanov, Kiev, pp. 12-19.

5. Шаповалова Н. П. Формування споживних властивостей пастильних кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Шаповалова Наталія Петрівна. – К., 2013. – 26 с.

Shapovalova, N.P. (2013), *Formation consumer properties pastille confectionery the increased biological value: Avthors thesis [Formuvannya spozhyvnykh vlastyovostey pastyl'nykh kondyters'kykh vyrobiv pidvyshchenoyi biolohichnoyi tsinnosti: avtoref. dis. ... kand. tech. nauk]*, Kyiv, 26 p.

6. Шаповалова Н. П. Вплив дієтичної добавки «Ламідан» на черствіння пастильних виробів / Н. П. Шаповалова // *Товари і ринки*. – 2012. – № 1. – С. 123–131.

Shapovalova, N.P. (2012), “Influence of dietary addition "of Lamidan" on staling of pastilla wares” [“Vplyv diyetychnoyi dobavky «Lamidana» na cherstvinnya pastyl'nykh vyrobiv”], *Products & Markets*, № 1, pp. 123-131.

7. Рауленд С. Вода в полимерах / С. Рауленд, И. Кунц, Ф. Стиллинджер. – М. : Мир, 1984. – 555 с.

Rowland, S., Kunz, J., Stillinger, F. (1984), *Water in polymers [Voda v polymerakh]*, 555 p.

8. Литвин И. Я. Стабилизирующее действие адсорбционных слоев / И. Я. Литвин // *Физико-химическая механика и миофильность дисперсных систем*. – 1974. – Вып. 6. – С. 44–47.

Litvin, I.J. (1974), “The stabilizing effect of adsorbed layers” [“Stabylyzyruyushchee deystvye adsorbtsyonnykh sloev”], *Physico-chemical mechanics of disperse systems and miofilnost*, Vol. 6, pp. 44-47.

9. Лурье И. С. Руководство по технoхимическому контролю в кондитерской промышленности / И. С. Лурье. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – 277 с.

Lurie, I.S. (1978), *Guidance on technical-chemical control in the confectionery industry [Rukovodstvo po tekhnohymychemskomu kontrolyu v kondyterskoy promyshlennosti]*, Food Industry, Moscow, 277 p.

10. De Man, J.M. (1976), *Principles of Food Chemistry – Westport, Connecticut Avi. Publish Co Inc.*, p. 426.

11. Karel, M., Pong, S. (1981), *Antioxidation initiated reactions: Food Water Activity Influence on Food Quality*, Ed. L. B. Rockland, New York, pp. 551-629.

12. Labuza, T.P. [et al.] (1970), Water content & stability of low moisture & intermediatemoisture foods, *Food Technology*, Vol. 24, pp. 543-551.

13. Рудавська Г. Б. Безпечність нових пастильних виробів оздоровчого спрямування / Г. Б. Рудавська, Н. П. Шаповалова // Обладнання та технології харчових виробництв : зб. наук. пр. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – № 27. – С. 29–35.

Rudavskaya, H.B., Shapovalov, N.P. (2011), "Safety of new health products pastila direction: collection of papers" ["Bezpechnist' novykh pastyl'nykh vyrobiv ozdorovchoho spryamuvannya: zbirnyk naukovykh prats"], *Equipment and technology of food production*, DonNUET, Donetsk, Vol. 27, pp. 29-35.

**Шаповалова Наталія Петрівна**, канд. техн. наук, доц., кафедра експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. E-mail: shap77@mail.ru.

**Шаповалова Наталія Петровна**, канд. техн. наук, доц., кафедра експертизи пищевых продуктов, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. E-mail: shap77@mail.ru.

**Shapovalova Natalia**, cand. sci. (Tech.), Department of Examination of Food, National University of Food Technologies. Address: Vladimir str., 68, Kiev, Ukraine, 01601. E-mail: shap77@mail.ru.

**Рудавська Марія Володимирівна**, канд. техн. наук., доц., кафедра товарознавства та комерційної діяльності, Ужгородський торговельно-економічний університет Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: вул. Коритнянська, 4, м. Ужгород, Україна, 88020.

**Рудавская Мария Владимировна**, канд. техн. наук, доц., кафедра товароведения и коммерческой деятельности, Ужгородский торгово-экономический университет Киевского национального торгово-экономического университета. Адрес: ул. Коритнянская, 4, г. Ужгород, Украина, 88020.

**Rudavskaya Mariya**, cand. sci. (Tech.), Department of Commodity and Commercial Activities, Uzhgorod Trade and Economic University, Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Koritnyanska str., 4, Uzhgorod, Ukraine, 88020.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.В. Дорохович, канд. техн. наук, проф. В.В. Самохваловою.  
Отримано 15.03.2016. ХДУХТ, Харків.*