

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІН ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЛЯ ЗБИТОЇ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Р. П. НИКИФОРОВ

*Кафедра технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, УКРАЇНА
email: technol@donnuet.edu.ua*

АНОТАЦІЯ У статті наведено результати дослідження піноутворювальної здатності, стійкості піни, ефективної в'язкості та напруги зсуву в свіжовироблених білково-вуглеводних напівфабрикатах для збитої десертної продукції та при їх зберіганні впродовж трьох діб. Встановлено, що при зберіганні відбувається тиксотропне відновлення структури, зростання ефективної в'язкості зразків, яке призводить до зниження піноутворювальної здатності, стійкості піни та поступового укріплення структури напівфабрикатів.

Ключові слова: знежирене молоко; кизил; терн; піноутворювальна здатність; стійкість піни; напруга зсуву; ефективна в'язкість; білково-вуглеводний напівфабрикат; збита десертна продукція

STUDY OF CHANGE OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL, STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ALBUMINOUS-CARBOHYDRATE SEMIFINISHED ITEM FOR THE WHIPPED DESSERT PRODUCTION AT STORAGE

RADION NYKYFOROV

Department of technology in the restaurant sector and the hotel and restaurant business, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, UKRAINE

ABSTRACT There are the results of the study of the dynamics of change in functional technological and structural and mechanical properties of protein-carbohydrate semis for whipped dessert products during storage in the article. Currently semis for whipped dessert products have high popularity among consumers. So today many types of this production are developed. The authors are developed albuminous-carbohydrate semifinished item based skim milk, cornelian cherry routine, sloe which does not contain food additives. For determination of its quality it is investigated form froth ability, stability of foam, shear stress, effective viscosity. Form froth ability, stability of foam are determined Lurie traditional method, shear stress, effective viscosity are defined on the device "Rheotest 2". Albuminous-carbohydrate semifinished item is higher values form froth ability, stability of foam than traditional mousse. It is established at storage at $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 72 hours there is a growth of the effective viscosity which leads to decrease the form froth ability, stability of foam. It is established that during storage due albuminous-carbohydrate complex formation there is a gradual strengthening of the structure and growth of the initial tension of shift. The results of mathematical processing of experimental data built rheological curves, therefore it is determined that albuminous-carbohydrate semifinished item is nonideal solid plastic body with the maximum tension of shift and begin to flow almost immediately after application of tension. Also at storage there is thixotropic semi restoration of the structure that is confirmed by reduction of the hysteresis loop area.

Keywords: skim milk; cornelian cherry routine; sloe; form froth ability; stability of foam; shear stress; effective viscosity; albuminous-carbohydrate semifinished item; whipped dessert production

Вступ

В умовах урбанізації з кожним роком все більшого прояву набуває загальносвітова тенденція зведення до мінімуму витрат людством часу на виготовлення їжі. Ця тенденція проявляється як у збільшенні мережі закладів ресторанного господарства, так і в зростанні попиту на продукти та вироби, які вимагають мінімального часу для приготування, в тому числі, на різноманітні напівфабрикати. Цей факт спричинив розвиток індустрії виробництва напівфабрикатів різного ступеня готовності [1].

Серед широкого асортименту харчової продукції особливим попитом у споживачів

користується збита десертна продукція: муси, самбуки, збиті десерти тощо [2].

Розробка збитої продукції, що містить порожнечу у вигляді пухирців газу, на Заході сьогодні вважається найбільш актуальною через невичерпність і низьку вартість ресурсу «порожнечі» [3,4].

Стрімке зростання попиту на збиту десертну продукцію та напівфабрикати для її виготовлення визначає доцільність розробки нових видів напівфабрикатів з удосконаленими функціонально-технологічними властивостями та підвищеною харчовою цінністю.

Відмінною рисою цієї групи продукції є трудомісткість і багатостадійність технологічного процесу виробництва, необхідність використання

харчових добавок [5, 6] та спеціального обладнання, що зумовлює неоднорідність якості та стримує розширення асортименту збитих десертів [6].

Ця проблема може бути вирішена за рахунок використання напівфабрикатів, що можна переробляти в збиту десертну продукцію без застосування спеціального обладнання та харчових добавок [2, 9].

Аналіз продовольчого ринку України показує, що сьогодні асортимент напівфабрикатів для збитої десертної продукції обмежений та представлений лише сухими концентратами іноземного виробництва або сумішами для фризерованої продукції. Поряд з цим, спостерігається стрімке зростання виробництва та споживання збитої продукції на молочній та рослинній основі, для утворення та стабілізації котрої використовуються як харчові добавки, так і рослинна сировина [2, 5...8].

Просування на український ринок даної продукції та виробництво нових видів напівфабрикатів стримується недостатнім рівнем фундаментальних та прикладних досліджень, пов'язаних, головним чином, із процесами утворення та стабілізації збитої структури білково-вуглеводних систем. Це викликає необхідність проведення наукових та прикладних досліджень, спрямованих на пошук шляхів реалізації функціонально-технологічних властивостей рецептурних компонентів, зокрема, білкових речовин знежиреного молока та пектинових речовин рослинної сировини, що дозволить отримати збиту десертну продукцію без значного застосування харчових добавок.

Попередніми дослідженнями [9, 10] було обґрунтовано та розроблено технологію напівфабрикату для збитої десертної продукції, що виготовляється на основі знежиреного молока (ЗМ) та ягідного пюре (кисилового або/та тернового).

Особливістю даного білково-вуглеводного напівфабрикату (БВН) є максимальна реалізація в межах технологічного процесу виробництва функціонально-технологічних властивостей (ФТВ) компонентів сировини, що дозволяє отримати збиту десертну продукцію без додаткового застосування піно- та структуроутворювальних добавок [11].

Сутність розробленої технології полягає в осадженні білкових речовин ЗМ за рахунок власних кислот ягідних пюре, переведенні білкових речовин отриманого згустку в розчинний стан, переведенні пектинових речовин ягідних пюре в розчинний стан та наступному змішуванні модифікованих продуктів-носіїв функціонально-технологічних речовин – згустку та пюре.

Технологічний процес виробництва БВН передбачає послідовне виконання таких операцій [12]:
- приймання та зберігання ЗМ та рослинної сировини;
- механічна кулінарна обробка рослинної сировини;
- ГТО ягід кисилу та терну при температурі 85...92°C впродовж 60...180 с;

- протирання ягід при температурі 80±2°C та охолодження пюре до температури застосування;
- термообробка пюре в присутності води при температурі 80...82°C впродовж (10...12)·60 с;
- термообробка пюре в присутності сироватки при температурі 80±2°C впродовж (30...35)·60 с;
- подрібнення пюре до розміру часток (0,5...0,7)·10⁻³ м;
- нагрівання ЗМ до температури 91...93°C впродовж 10·60 с та наступне його охолодження до 80...82°C;
- внесення 3,3% пюре кисилу або 3,8% пюре терну з температурою 80...82°C;
- коагуляція білкових речовин при температурі 91,2...92,1°C впродовж (12,8...15,2)·60 с;
- охолодження до температури 12...14°C;
- відфільтровування згустку та самопресування;
- термообробка білково-вуглеводного згустку при температурі 80±2°C впродовж (10...12)·60 с з додаванням 0,9% розчину фосфату та 8,0% цукру;
- змішування білково-вуглеводного згустку та модифікованого ягідного пюре при температурі 60...70°C;
- охолодження до температури 4±2°C, фасування та упакування.

Отриманий БВН, що може зберігатися при температурі 4±2°C до 72 годин, за рахунок наявності поверхнево-активного казеїнату натрію та стабілізуючих властивостей пектину може бути використаний як напівфабрикат для отримання широкого асортименту збитої десертної продукції (ЗДП) – збиті десерти, муси, самбуки тощо, без додаткового застосування піно- та структуроутворювальних добавок.

Розуміючи, що при розробці технологій нової продукції велике значення має її якість, необхідним є проведення комплексного дослідження якості розроблених напівфабрикатів.

Мета роботи

Метою роботи є дослідження динаміки змін функціонально-технологічних та структурно-механічних властивостей білково-вуглеводних напівфабрикатів для збитої десертної продукції при зберіганні.

Виклад основного матеріалу

Показники функціонально-технологічних та структурно-механічних властивостей, поряд з показниками харчової, поживної і біологічної цінності, фізико-хімічних, органолептичних, санітарно-гігієнічних та інших властивостей напівфабрикатів, та ступень їх виразності, формують поняття якості продукції. Якість БВН за органолептичними та мікробіологічними показниками, а також їх хімічний склад та біологічну цінність, було досліджено попередньо [12].

Для визначення функціонально-технологічних та структурно-механічних властивостей БВН

використовували такі показники, як піноутворювальна здатність (ПУЗ), стійкість піни (СП), поверхневий натяг (σ), напруга зсуву (R) та ефективна в'язкість (η) [6, 7].

ПУЗ та СП зразків визначали традиційним методом Лур'є та розраховували, при визначенні ПУЗ, як відношення об'ємів системи до та після збивання, та відношення початкової висоти піни до висоти піни після вистоювання – при визначенні СП.

Дослідження реологічних параметрів зразків проводили на ротаційному віскозиметрі з коаксіальними гладкими циліндрами «РЕОТЕСТ 2». При дослідженнях використовували систему циліндрів $S 2$ з радіальним зазором $1,13 \cdot 10^{-3}$ м та співвідношенням радіусів 1,06. В зовнішній сталій циліндр радіусом r_n , який є вимірювальною ємністю, поміщали пробу об'ємом $(30 \pm 1,5) \cdot 10^{-3}$ дм³. Внутрішній циліндр радіусом r_e та висотою l , що обертається з постійною швидкістю ω , поєднано через вимірювальний вал з циліндричною пружиною, відхилення котрої є мірою обертаючого моменту M . Вимірювальну систему разом зі зразком термостатували впродовж 30-60 с та проводили вимірювання крутного моменту.

Обговорення результатів

Згідно до поставленої мети на першому етапі досліджували функціонально-технологічні властивості напівфабрикату в динаміці при зберіганні за такими показниками, як піноутворювальна здатність та стійкість піни. Для цього напівфабрикати нагрівали до температури 80...82°C, охолоджували та збивали. Отримані результати наведено на рис. 1.

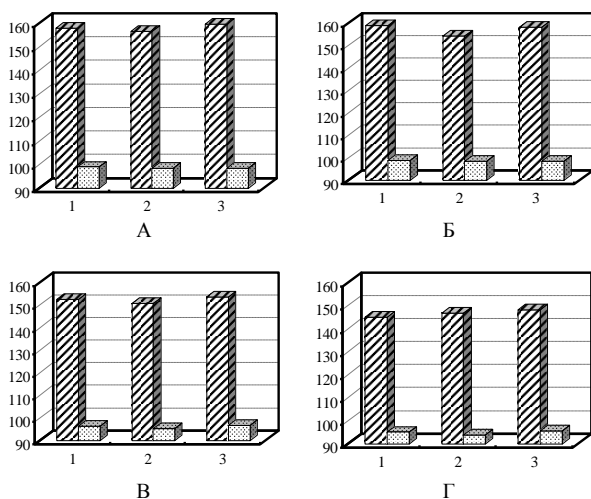


Рис. 1 – Дослідження ПУЗ та СП свіжовироблених зразків (А), після 24 годин зберігання (Б), після 48 годин зберігання (В), після 72 годин зберігання (Г) за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$:

▨, ▩ – відповідно ПУЗ та СП;
1 – кизилловий БВН, 2 – терновий БВН,
3 – кизилово-терновий БВН.

Динамічні дослідження ФТВ показали, що під час зберігання ПУЗ та СП напівфабрикатів зменшуються у незначному ступені. При цьому зменшення ПУЗ за 72 години зберігання складо 7,08...8,10%, а СП – 3,94...4,67%.

З метою порівняння ФТВ напівфабрикатів та традиційної ЗДП, визначали ПУЗ та СП мусу виготовленого за традиційною технологією (рецептура № 963), що склали: ПУЗ – 143,8%, СП – 55,5%.

Встановлено, що БВН мають вищі на 10,00...10,99% ПУЗ та на 77,66...78,38% СП, порівняно з мусом.

Не менш важливими показниками якості розроблених напівфабрикатів є їх структурно-механічні властивості. На рис. 2 представлено результати дослідження зміни ефективної в'язкості БВН в діапазоні швидкостей зсуву від $1,8 \text{ c}^{-1}$ до $243,0 \text{ c}^{-1}$ для свіжовироблених зразків та зразків, що зберігались за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$ впродовж 24, 48 та 72 годин.

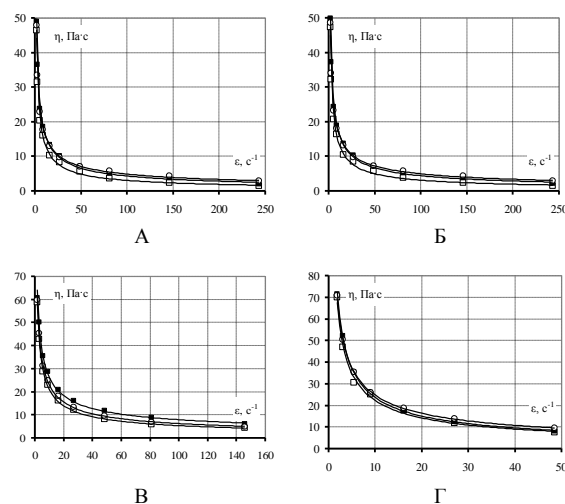


Рис. 2 – Залежність ефективної в'язкості (η) від швидкості зсуву (ϵ) свіжовироблених БВН (А), після 24 годин зберігання (Б), після 48 годин зберігання (В), після 72 годин зберігання (Г) за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$:

□ – кизилловий БВН; ▴ – терновий БВН;
○ – кизилово-терновий БВН.

Результати досліджень зміни ефективної в'язкості БВН під час зберігання показують, що за час зберігання впродовж 72 годин в'язкість напівфабрикатів за швидкості зсуву $1,8 \text{ c}^{-1}$ збільшується на 45,92...50,59%. Це, на нашу думку, є причиною зменшення ПУЗ БВН при зберіганні. Враховуючи, що при зберіганні БВН були створені умови для запобігання випаровування вологи, підвищення в'язкості можна пояснити тим, що в БВН під час зберігання за рахунок молекулярних та міжмолекулярних зв'язків відбувається формування та поступове укріплення просторового каркасу.

Враховуючи, що залежності ефективної в'язкості від ϵ для трьох видів БВН симбатні, надалі дослідження зміни структурно-механічних властивостей при зберіганні проводили тільки для кизилового БВН. За результатами математичної обробки експериментальних даних будували реологічні криві (рис. 3 – 6).

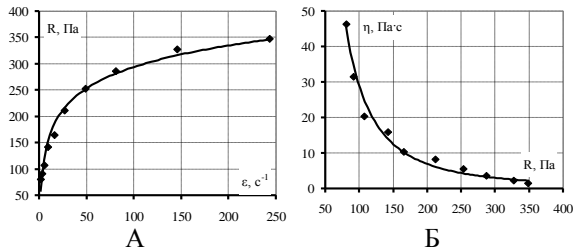


Рис. 3 – Реологічні криві свіжовиробленого кизилового БВН

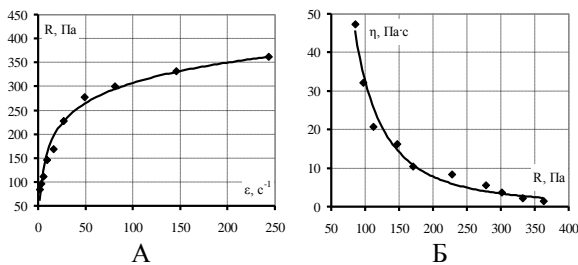


Рис. 4 – Реологічні криві кизилового БВН після 24 годин зберігання

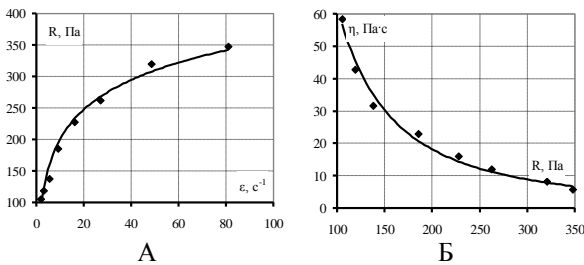


Рис. 5 – Реологічні криві кизилового БВН після 48 годин зберігання

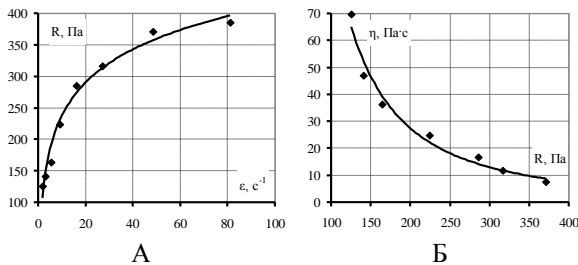


Рис. 6 – Реологічні криві кизилового БВН після 72 годин зберігання

З наведених реологічних кривих видно, що розроблені напівфабрикати належать до неідеально пластичних твердодібних тіл, мають граничну напругу зсуву (ГНЗ), та починають текти не одразу після прикладання напруги.

За отриманими реологічними кривими для кожного зразка розраховували додаткові реологічні параметри (табл. 1).

Таблиця 1 – Зміна реологічних характеристик кизилового БВН при зберіганні

Зразок БВН	В'язкісні характеристики, Па·с			Міцнісні характеристики, Па	
	η_{max}	η_{nl}	η_{nl}^*	R_0	R_1
Свіжовироблений	46,35	0,02	5,59	240,7	75,5
Після 24 годин зберігання	47,30	0,02	5,96	248,3	79,7
Після 48 годин зберігання	58,55	0,09	8,15	252,9	85,2
Після 72 годин зберігання	69,80	0,14	13,50	260,6	98,7

З табл. 1 та рис. 3 – 6 видно, що для кизилового БВН за час зберігання впродовж 72 годин значення максимальної в'язкості η_{max} , що виміряна при мінімальній силі впливу на систему ($\epsilon=1,8 \text{ c}^{-1}$), збільшується на 50,59% з 46,35 Па·с до 69,80 Па·с.

Пластична в'язкість η_{nl} , що визначає в'язкість практично зруйнованої структури, за час зберігання БВН збільшується в 7,01 рази з 0,020 Па·с до 0,140 Па·с. Пластична в'язкість на ділянці повзучості η_{nl}^* за час зберігання збільшується в 2,42 рази з 5,590 Па·с до 13,500 Па·с.

Поряд зі зростанням при зберіганні в'язкісних характеристик в зразках спостерігається підвищення міцності. Так, початкова напруга зсуву R_0 , що визначає зусилля, за якого система гранично руйнується, при зберіганні БВН збільшується на 8,27%, а напруга зсуву на ділянці повзучості R_1 , що визначає зусилля, за якого система починає руйнуватися, поступово зростає на 30,73%.

Таким чином, наведений аналіз реологічних параметрів та характер бінгамовської ділянки кривих ефективної в'язкості (рис. 3.Б – 6.Б) засвідчують, що при зберіганні відбувається не тільки зростання в'язкості, а й поступове укріплення структури, що може бути пояснено як за рахунок зміцнення просторового каркасу внаслідок білково-вуглеводного комплексоутворення, так і за рахунок перерозподілу вологи за формами зв'язку.

Для виявлення тиксотропних властивостей у зразків було проведено реологічні дослідження у свіжовиробленому кизиловому БВН (рис. 7) та після 72 годин зберігання за температури $4\pm 2^\circ\text{C}$ (рис. 8).

З цією метою спочатку отримували залежність $R=f(\epsilon)$ при швидкості зсуву від мінімального значення до максимального за умови рівноважного зсуву, потім отримували відповідну залежність при зниженні зсувного зусилля від максимального до мінімального значення. Слід зазначити, що у зразків, які досліджувалися, через значне зростання в'язкісних та

міцнісних властивостей суттєво відрізняються вимірні діапазони швидкості зсуву. Так, для свіжовиробленого БВН швидкість зсуву, за котрої можна виміряти напругу зсуву, знаходиться в межах 1,8...243,0 с⁻¹. Для БВН після 72 годин зберігання діапазон швидкості був обмежений $\varepsilon=81,0$ с⁻¹, так як при переході на наступну ступінь швидкості стрілка індикатора приладу показувала значення, більші 100 одиниць. Тому, для оцінки тиксотропних властивостей БВН за співставлених параметрів враховували ділянку кривих зсуву в діапазоні швидкості зсуву 1,8...81 с⁻¹.

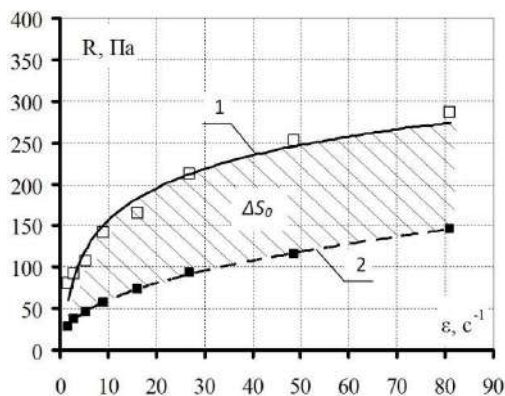


Рис. 7 – Гістерезис у свіжовиробленому кизиловому БВН:

—□— крива руйнації структури (крива 1);
—■— крива відновлення структури (крива 2).

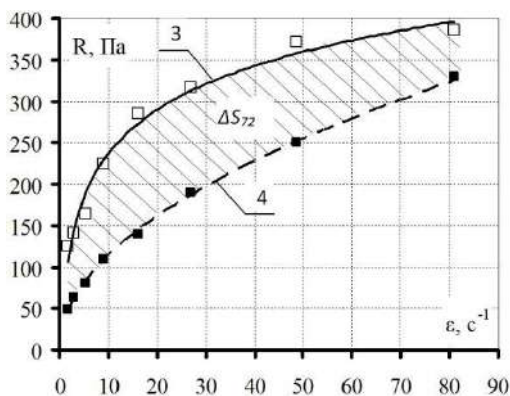


Рис. 8 – Гістерезис у кизиловому БВН після 72 годин зберігання:

—□— крива руйнації структури (крива 3);
—■— крива відновлення структури (крива 4).

Аналіз кривих зсуву показує, що за час зберігання ГНЗ зразків зростає. Так, значення ГНЗ для незруйнованої структури свіжовиробленого БВН знаходиться в межах 80,3 Па, а після 72 годин зберігання збільшується на 56,29% до 125,5 Па, що відповідає значенням ГНЗ для рідких паст.

Значення ГНЗ для відновленої структури свіжовиробленого БВН знаходиться в межах 29,1 Па, а після 72 годин зберігання збільшується до 49,0 Па, тобто на 68,38%, що відповідає значенням ГНЗ для

структурованої рідини. Це можна пояснити тим, що при прикладанні до тіла деформації зусилля зсуву долає молекулярні та міжмолекулярні зв'язки між білками та вуглеводами БВН, які при знятті зусилля з часом відновлюються, але неповною мірою. Це вказує на наявність у зразків тиксотропних властивостей, що підтверджується наявністю у обох зразків петлі гістерезису.

Залежність напруги зсуву R від швидкості зсуву ε для обох зразків описується рівнянням зсуву псевдопластичної рідини. Для свіжовиробленого кизилового БВН рівняння зсуву незруйнованої структури (крива 1) має вигляд:

$$y_1 = -35,804 + 93,622 \cdot x^{0,285}, R^2=0,993, \quad (1)$$

відновленої структури (крива 2):

$$y_2 = 1,355 + 21,795 \cdot x^{0,431}, R^2=0,999. \quad (2)$$

Для кизилового БВН після 72 годин зберігання (крива 3) рівняння незруйнованої структури має вигляд:

$$y_3 = -1249,544 + 1320,599 \cdot x^{0,051}, R^2=0,981, \quad (3)$$

а для відновленої структури (крива 4) рівняння приймає вид:

$$y_4 = 5,794 + 31,549 \cdot x^{0,530}, R^2=0,999. \quad (4)$$

Для розрахунку площі петлі гістерезису проводили інтегрування виду $\int R d\varepsilon$ рівнянь 1–2 та 3–4. Площу петлі гістерезису свіжовиробленого кизилового БВН ΔS_0 розраховували як різницю між підінтегральними площами S_1 та S_2 . Для БВН після 72 годин зберігання площа петлі гістерезису ΔS_{72} дорівнює різниці між підінтегральними площами S_3 та S_4 . Результати розрахунку наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахунок площі петлі гістерезису БВН при зберіганні

N	Рівняння зсуву ($y = R, x = \varepsilon$)	Результат розрахунку $\int R d\varepsilon$	Площа петлі гістерезису
1	$y_1 = -35,804 + 93,622 \cdot x^{0,285}$	$S_1 = 17667,73$	$\Delta S_0 = 9405,91$
2	$y_2 = 1,355 + 21,795 \cdot x^{0,431}$	$S_2 = 8261,82$	
3	$y_3 = -1249,544 + 1320,599 \cdot x^{0,051}$	$S_3 = 25893,04$	$\Delta S_{72} = 8354,76$
4	$y_4 = 5,794 + 31,549 \cdot x^{0,530}$	$S_4 = 17538,28$	

З наведених розрахунків видно, що площа петлі гістерезису для кизилового БВН після 72 годин зберігання зменшується на 11,18%, що вказує на зростання при зберіганні здатності до тиксотропного відновлення структури.

На нашу думку, отримані залежності можна пояснити білково-вуглеводним комплексоутворенням.

Для тернового та кизилово-тернового БВН криві зсуву описуються аналогічними залежностями.

Висновки

Таким чином, дослідження параметрів функціонально-технологічних та реологічних властивостей білково-вуглеводних напівфабрикатів для збитої десертної продукції при зберіганні за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$ впродовж 72 годин показали зростання ефективної в'язкості на 45,92...50,59%, що призводить до зниження ПУЗ на 7,08...8,10%, СП – на 3,94...4,67%. Встановлено, що при зберіганні за рахунок білково-вуглеводного комплексоутворення відбувається поступове укріплення структури, при цьому початкова напруга зсуву R_0 зростає на 8,27%, а напруга зсуву на ділянці повзучості R_I – на 30,73%. Також відбувається тиксотропне відновлення структури напівфабрикатів, що підтверджується зменшенням на 11,18% площі петлі гістерезису.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямку є встановлення напрямків використання розроблених напівфабрикатів у виробництві кулінарної продукції та розробка широкого асортименту збитої десертної продукції на їх основі.

Список літератури

- 1 **Маюрникова, Л. А.** Создание молочных десертов профилактического назначения / **Л. А. Маюрникова, Н. Ю. Латков** // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2004. – № 3. – С. 60–62.
- 2 **Горальчук, А. Б.** Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів збивних для кулінарної та кондитерської продукції з поліфазною структурою : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : 05.18.16 / **А. Б. Горальчук**. – Х., ХДУХТ, 2016. – 42 с.
- 3 **Кунин, А.** Creation of «emptiness» in materials [Електронний ресурс] / **А. Кунин**. – Режим доступу: <http://www.metodolog.ru/00129/00129.html>. – Заголовок з екрану.
- 4 **Wilde, P.** Proteins and emulsifiers at liquid interfaces / **P. Wilde, A. Mackie, F. Husband, P. Gunning, V. Morris** // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2004. – Vol. 108–109. – P. 63–71. – doi: 10.1016/j.cis.2003.10.011.
- 5 **Denkov, N.** Mechanistic understanding of the modes of action of foam control agents / **N. D. Denkov, K. G. Marinova, S. S. Tcholakova** // *Adv Colloid Interface Sci.* – 2014. – Vol. 206. – P. 57–67. – doi: 10.1016/j.cis.2013.08.004.
- 6 **Dickinson, E.** Effect of sugars on the rheological properties of acid caseinate-stabilized emulsion gels / **E. Dickinson, L. M. Merino** // *Food Hydrocolloids*. – 2002. – Vol. 16, Issue 4. – P. 321–331. – doi: 10.1016/S0268-005X(01)00105-9.
- 7 **Kirsty, E. A.** Development of a model whipped cream: Effects of emulsion droplet liquid/solid character and added hydrocolloid / **E. A. Kirsty, B. S. Murray, E. Dickinson** // *Food Hydrocolloids*. – 2008. – Vol. 22, Issue 4. – P. 690–699. – doi: 10.1016/j.foodhyd.2007.01.017.

- 8 **Dickinson, E.** Interfacial Particles in Food Emulsions and Foams / **E. Dickinson** // *Cambridge University Press*. – 2006. – P. 298–327. – doi:10.1017/CBO9780511536670.009.
- 9 **Slashcheva, A.** Rationale for the use of protein-carbohydrate mix in the technology of disperse products / **A. Slashcheva, S. Popova, Yu. Korenets** // *EEJET. Technology and equipment of food production*. – 2016. – Vol. 2. – № 11(80). – P. 64–71. – doi: 10.15587/1729-4061.2016.65789.
- 10 **Никифоров, Р.П.** Дослідження впливу білково-вуглеводного напівфабрикату на технологічні властивості дріжджового тіста, отриманого прискореним способом / **Р. П. Никифоров, С. Ю. Попова, А. В. Слащева, Ю. М. Коренець** // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2016. – № 2/11 (80). – С. 24–32. – doi: 10.15587/1729-4061.2016.64294.
- 11 Пат. 20069 Україна, МПК 2006 A23C 23/00, A23C 9/152. Спосіб одержання білково-рослинної основи для збитих солодких страв / **Р. П. Никифоров, В. А. Гніцевич, Г. Ф. Коршунова**. – № u200606861 ; заявл. 19.06.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1. – 8 с.
- 12 **Никифоров, Р. П.** Дослідження якості нових видів напівфабрикатів для збитої десертної продукції / **Р. П. Никифоров** // *Обладнання та технології харчових виробництв* : Темат. зб. наук. праць / Гол. ред. О.О. Шубін. – Д.: ДонНУЕТ, 2011. – Випуск 26. – С. 218–223.

Bibliography (transliterated)

- 1 **Mayurnykova, L. A., Latkov, N. Yu.** Sozdanye molochnykh desertov profylaktycheskoho naznacheniya [Creation of milk desserts of preventive appointment]. *Khraneniye y pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2004, **3**, 60–62.
- 2 **Horal'chuk, A. B.** Naukove obgruntuвання технологій напівфабрикатів збивних для кулінарної та кондитерської продукції з поліфазною структурою : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : 05.18.16. – Kh., KhDUKhT, 2016, 42.
- 3 **Kynin, A.** Creation of «emptiness» in materials // [Web] <http://www.metodolog.ru/00129/00129.html>.
- 4 **Wilde, P., Mackie, A., Husband, F., Gunning, P., Morris, V.** Proteins and emulsifiers at liquid interfaces. *Advances in Colloid and Interface Science*, 2004, **108–109**, 63–71, doi: 10.1016/j.cis.2003.10.011.
- 5 **Denkov, N.** Mechanistic understanding of the modes of action of foam control agents. *Adv Colloid Interface Sci*, 2014, **206**, 57–67, doi: 10.1016/j.cis.2013.08.004.
- 6 **Dickinson, E., Merino, L. M.** Effect of sugars on the rheological properties of acid caseinate-stabilized emulsion gels. *Food Hydrocolloids*, 2002, **16** (4), 321–331, doi: 10.1016/S0268-005X(01)00105-9.
- 7 **Kirsty, E. A., Murray, B. S., Dickinson, E.** Development of a model whipped cream: Effects of emulsion droplet liquid/solid character and added hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*, 2008, **22** (4), 690–699, doi: 10.1016/j.foodhyd.2007.01.017.
- 8 **Dickinson, E.** Interfacial Particles in Food Emulsions and Foams. *Cambridge University Press*, 2006, 298–327, doi:10.1017/CBO9780511536670.009.
- 9 **Slashcheva, A., Popova, S., Korenets, Yu.** Rationale for the use of protein-carbohydrate mix in the technology of disperse products. *EEJET. Technology and equipment of*

- food production*, 2016, **2**, 11 (80), 64-71, doi: 10.15587/1729-4061.2016.65789.
- 10 **Nykyforov, R. P., Popova, S. Yu., Slashcheva, A. V., Korenets', Yu. M.** Doslidzhennya vplyvu bilkovo-vuhlevodnoho napivfabrykatu na tekhnolohichni vlastyvy drizhdzhovoho tista, otrymanoho pryskorenym sposobom [Research of influence of a proteinaceous and carbohydrate semi-finished product on technological properties of the yeast dough received in the accelerated way]. *Vostochno-Evropeysky zhurnal peredovikh tekhnolohiy [East European magazine of advanced technologies]*, 2016, **2/11** (80), 24-32, doi: 10.15587/1729-4061.2016.64294.
- 11 **Nykyforov, R., Gnitsevich, V., Korshunova, G.** Pat. 20069 Ukraine, MPK 2006 A23C 23/00, A23C 9/152. Sposib oderzhannya bilkovo-roslynnoyi osnovy dlya zbytykh solodkykh strav [A way of receiving to a proteinaceous and vegetable basis for the shaken-up sweet dishes], 2006, **1**, 8.
- 12 **Nykyforov, R. P.** Doslidzhennya yakosti novykh vydiv napivfabrykativ dlya zbytoyi desertnoyi produktsiyi [Research of quality of new types of semi-finished products for the shaken-up dessert production]. *Obladnannya ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv [Equipment and technologies of food productions]*, 2011, **26**, 218-223.

Відомості про авторів (About authors)

Никифоров Радіон Петрович – кандидат технічних наук, доцент, Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, доцент кафедри технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи; м. Кривий Ріг, Україна; e-mail: technol@donnuet.edu.ua.

Radion Nykyforov – Candidate of Technical Sciences, Docent of the Department of technology in the restaurant sector and the hotel and restaurant business, Kryvyi Rih, Ukraine; e-mail: technol@donnuet.edu.ua.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Никифоров, Р. П. Дослідження динаміки змін функціонально-технологічних та структурно-механічних властивостей білково-вуглеводних напівфабрикатів для збитої десертної продукції при зберіганні / **Р. П. Никифоров** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. – № 7 (1229). – С. 187-193. – doi:10.20998/2413-4295.2017.07.26.

Please cite this article as:

Nykyforov, R. Study of change of functional and technological, structural and mechanical properties of albuminous-carbohydrate semifinished item for the whipped dessert production at storage. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017, **7** (1229), 187–193, doi:10.20998/2413-4295.2017.07.26.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Никифоров, Р. П. Исследование динамики изменений функционально-технологических и структурно-механических свойств белково-углеводных полуфабрикатов для взбитой десертной продукции при хранении / **Р. П. Никифоров** // *Вестник НТУ «ХПИ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2017. – № 7 (1229). – С. 187-193. – doi:10.20998/2413-4295.2017.07.26.

АННОТАЦІЯ В статті приведені результати дослідження пенообразующей способности, устойчивости пены, эффективной вязкости и напряжения сдвига в свежеприготовленных белково-углеводных полуфабрикатах для взбитой десертной продукции и при их хранении в течение трех суток. Установлено, что при хранении происходит тиксотропное восстановления структуры, рост эффективной вязкости образцов, что приводит к снижению пенообразующей способности и устойчивости пены с постепенным укреплением структуры полуфабрикатов.

Ключевые слова: обезжиренное молоко; кизил; терн; пенообразующая способность; устойчивость пены; напряжение сдвига; эффективная вязкость; белково-углеводный полуфабрикат; взбитая десертная продукция

Надійшла (received) 28.02.2017