

СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БАКЛАЖАНОВИХ СНЕКІВ

Н.Я. Орлова, Ю.В. Дьякова, Р.П. Романенко

Досліджено модуль пружності за згином сушених баклажанових снєків двох видів упродовж тривалого зберігання залежно від виду пакування. Установлено обернену лінійну залежність між масовою часткою вологи в снєках і модулем Юнга. Проаналізовано перерозподіл зон пружності, пластичності та руйнування в снєках упродовж тривалого їх зберігання в негерметичному пакуванні.

Ключові слова: структурно-механічні властивості, модуль Юнга, сушені баклажанові снєки, пружність, пластичність.

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БАКЛАЖАННЫХ СНЕКОВ

Н.Я. Орлова, Ю.В. Дьякова, Р.П. Романенко

Исследован модуль упругости по изгибу сушеных баклажанных снеков двух видов при длительном хранении в зависимости от вида упаковки. Установлена обратная линейная зависимость между массовой долей влаги в снеках и модулем Юнга. Проанализировано перераспределение зон упругости, пластичности и разрушения в снеках при длительном их хранении в негерметичной упаковке.

Ключевые слова: структурно-механические свойства, модуль Юнга, сушеные баклажанные снеки, упругость, пластичность.

STRUCTURAL-MECHANICAL PROPERTIES OF AUBERGINE SNACKS

N. Orlova, Yu. Dyakova, R. Romanenko

Ukrainian market of dried fruits and vegetables is characterized by the development of their consumption culture as separate foodstuff and the increased interest in population to healthy food. So actual is the production and research of consumer properties of biological valuable vegetable snacks (in particular, aubergine snacks). When choosing the packaging and storage conditions of snacks important are the results of rheological studies. Therefore, modulus of elasticity of

flexure (Young modulus) in two types of dried aubergine snacks for long-term storage depending on the type of packaging are researched. When storing snacks in polyethylene bags without hermetic closure is increasing mass fraction of moisture. This leads to a redistribution of zones of elasticity, plasticity and fracture. Samples gradually lose their crunchy consistency. When snacks are stored in polypropylene bags with sealing seam, there is no change in mass fraction of moisture and consistency.

Keywords: *structural-mechanical properties, Young modulus, dried aubergine snacks, elasticity, plasticity.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сьогодні в структурі ринку снеків представлено досить велику кількість категорій продуктів: чіпси, сухарики, фісташки, насіння, екструзійні продукти, морепродукти, сухофрукти тощо. Конкуренція на ринку снекової продукції жорстка, тому виробники постійно шукають нові ідеї для оновлення асортименту та просування товару [1].

Унаслідок підвищеного інтересу населення до продуктів здорового харчування все більшим попитом на українському ринку снеків користується сушена плодоовочева продукція, а саме сухофрукти та фруктові чіпси. У той же час в асортименті сушених овочів практично відсутні готові до споживання продукти [2]. Ураховуючи достатні обсяги сировини вітчизняного походження, переваги сушіння як способу консервування [2] та тенденції розвитку ринку снекової продукції, вважаємо актуальним розширення асортименту сушеної овочевої продукції, готової до споживання. Як альтернативу снекам із високим вмістом жирів і смакових добавок можна рекомендувати біологічно цінні сушені овочеві (із кабачків, баклажанів, томатів тощо) снеки.

Структурно-механічні властивості харчових продуктів характеризують їх здатність чинити опір впливу зовнішніх сил. Вони залежать від властивостей сировини, рецептури та технологічних параметрів виробництва [3]. Тому розробка нових овочевих снеків потребує вивчення їх структурно-механічних властивостей. Однією зі споживних переваг запропонованих снеків є хрустка консистенція, властива чіпсам. Її втрата впродовж тривалого зберігання суттєво погіршить споживні властивості та конкурентоспроможність сушених снеків. Тому особливого значення під час вибору пакування та умов зберігання снеків набувають результати їх реологічних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі наукові праці, у яких досліджено структурно-механічні властивості зерноборошняних [4], кондитерських [5], молочних [6], м'ясних [7] і рибних продуктів [8]. Проте варто зазначити, що більшість наукових досліджень присвячена

вивченню реологічних властивостей сировини (зерна, макаронного та кондитерського тіста, м'ясного та рибного фаршів тощо) у зв'язку з розробкою нових процесів її обробки та створенням нових видів продуктів. Результати досліджень структурно-механічних властивостей готової продукції та їх змін упродовж зберігання висвітлені в обмеженій кількості наукових праць.

Серед плодоовочевої продукції об'єктами дослідження структурно-механічних властивостей переважно є свіжі плоди та ягоди, напої [3], заморожені плодоовочеві продукти [9; 10], пюре та пасти [11; 12], пастоподібні концентрати напоїв і цукати [13]. Проте майже немає наукових праць, присвячених вивченню реологічних властивостей сушеної плодоовочевої продукції.

Мета статті – дослідження структурно-механічних властивостей сушених баклажанових снеків упродовж зберігання залежно від виду пакування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами досліджень були сушені баклажанові снеки – свіжоприготовлені та ті, що зберігалися впродовж різних термінів у різних видах пакування.

Баклажанові снеки отримували за апробованою технологією [14]. Для попередньої обробки баклажанів перед висушуванням використовували два варіанти купажованого соку:

– для баклажанових снеків зі смаком солодкого перцю – сік перцю солодкого, селери коренеплідної та зелені (кропу та петрушки листової) в об'ємному співвідношенні 0,70:0,25:0,05;

– для баклажанових снеків зі смаком томатів – томатний сік, сік перцю солодкого, селери коренеплідної та зелені (кропу та петрушки листової) в об'ємному співвідношенні 0,50:0,30:0,15:0,05.

Сировиною для виготовлення сушених баклажанових снеків обрано сорти, що включені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: баклажани Алмаз, перець солодкий Самоцвіт, селера коренеплідна Неон, помідори Перфектпил, петрушка листовка Ароматна, кроп пахучий Кронос, часник Добродій.

Дослідження модуля пружності за згином (модуля Юнга) проводили п'ять разів із використанням універсального вимірального комп'ютерного приладу [15] та програмного забезпечення «Мультимедійна лабораторія ІТМ». Як датчик використовували високошвидкісний електронний динамометр із діапазоном вимірювання 0,001...5,0 Н та ціною поділки 0,000313 Н. Період вимірювання – 0,01 с. Дослідження масової частки вологи в снеках проводили арбітражним методом (ГОСТ 28561-90).

Зміни модуля Юнга та масової частки вологи в сушених баклажанових снеках досліджували впродовж терміну зберігання (1, 2,

3 тижні, 1, 3, 6, 9 і 12 місяців). Снеки зберігали в поліетиленових пакетах без герметичної кришки та в поліпропіленових пакетах із термозварювальним швом. Контролем слугували свіжоприготовлені сушені баклажанові снеки.

Отримані значення модуля Юнга та масової частки вологи в сушених баклажанових снеках двох видів упродовж зберігання в герметичному пакуванні з урахуванням варіації наведені в табл. 1. Оскільки впродовж першого місяця зберігання у снеках не виявлено змін масової частки вологи та органолептичних показників, то в таблиці наведено результати досліджень для зразків із терміном зберігання 3–12 місяців.

Таблиця 1

Модуль Юнга та масова частка вологи сушених баклажанових снеків упродовж зберігання в поліпропіленових пакетах із термозварювальним швом

$p \geq 0,95, n = 5$

Термін зберігання снеків	Снеки зі смаком солодкого перцю		Снеки зі смаком томатів	
	Модуль Юнга Е, МПа	Масова частка вологи, %	Модуль Юнга Е, МПа	Масова частка вологи, %
свіжоприготовлені	853,43 ± 35,48	6,80 ± 0,05	837,41 ± 38,69	6,98 ± 0,07
3 міс.	774,78 ± 34,92	7,03 ± 0,09	739,19 ± 36,40	7,05 ± 0,06
6 міс.	866,45 ± 37,15	6,98 ± 0,11	823,67 ± 34,23	7,16 ± 0,12
9 міс.	761,09 ± 33,27	7,12 ± 0,08	789,15 ± 37,14	7,08 ± 0,09
12 міс.	803,89 ± 42,56	7,07 ± 0,07	762,77 ± 32,87	7,21 ± 0,10
<i>НІР</i>	<i>104,13</i>	<i>0,23</i>	<i>101,61</i>	<i>0,26</i>

Результати досліджень і розрахунків НІР засвідчують несуттєвість змін модуля Юнга та масової частки вологи в снеках упродовж зберігання в герметичному пакуванні. Варіація цих показників спричинена похибкою вимірювання. Навіть після 12 міс. зберігання снеки характеризуються високими органолептичними властивостями, зокрема, хрусткою консистенцією.

Під час зберігання досліджуваних зразків у негерметичному пакуванні для обох видів снеків виявлена тенденція до поступового підвищення масової частки вологи, що вплинуло на консистенцію снеків і значення модуля Юнга (табл. 2).

Таблиця 2

Модуль Юнга та масова частка вологи сушених баклажанових снеків упродовж зберігання в поліетиленових пакетах без герметичної кришки

$p \geq 0,95, n = 5$

Термін зберігання снеків	Снеки зі смаком солодкого перцю		Снеки зі смаком томатів	
	Модуль Юнга Е, МПа	Масова частка вологи, %	Модуль Юнга Е, МПа	Масова частка вологи, %
свіжоприготовлені	853,43 ± 35,48	6,80 ± 0,05	837,41 ± 38,69	6,98 ± 0,07
1 тиждень	751,76 ± 36,37	8,72 ± 0,13	705,80 ± 35,45	8,79 ± 0,09
2 тижні	605,58 ± 30,29	10,37 ± 0,08	533,84 ± 26,31	10,45 ± 0,06
3 тижні	334,43 ± 24,29	11,72 ± 0,06	317,61 ± 28,12	11,74 ± 0,11
1 міс.	257,47 ± 16,16	12,61 ± 0,05	249,47 ± 19,64	12,58 ± 0,08
3 міс.	125,65 ± 9,66	14,49 ± 0,09	135,57 ± 11,03	14,56 ± 0,08
6 міс.	60,24 ± 7,13	16,06 ± 0,11	49,23 ± 7,75	16,08 ± 0,05
9 міс.	36,04 ± 5,05	17,43 ± 0,07	31,13 ± 8,16	17,44 ± 0,07
12 міс.	26,78 ± 4,58	18,72 ± 0,05	22,82 ± 5,39	18,65 ± 0,12
<i>НІР</i>	<i>63,53</i>	<i>0,23</i>	<i>65,99</i>	<i>0,24</i>

Статистичним підтвердженням суттєвості змін досліджуваних показників упродовж зберігання є розрахована НІР.

Для наочності простежування динаміки змін масової частки вологи та модуля Юнга в снеках упродовж зберігання в негерметичному пакуванні було побудовано діаграми (рис. 1).

Установлено обернену лінійну залежність між масовою часткою вологи та модулем Юнга. Коефіцієнт кореляції в обох випадках склав -0,96.

Поступове зменшення модуля Юнга впродовж зберігання зразків у негерметичному пакуванні супроводжувалося втратою хрусткої консистенції та появою в сніках пластичності. Ця зміна консистенції прослідковується також на графіках навантаження сніків на згин. Зовнішній вигляд указаних графіків відрізняється (рис. 2) для зразків, що під час навантаження ламаються, та для тих, що гнуться без зламу,

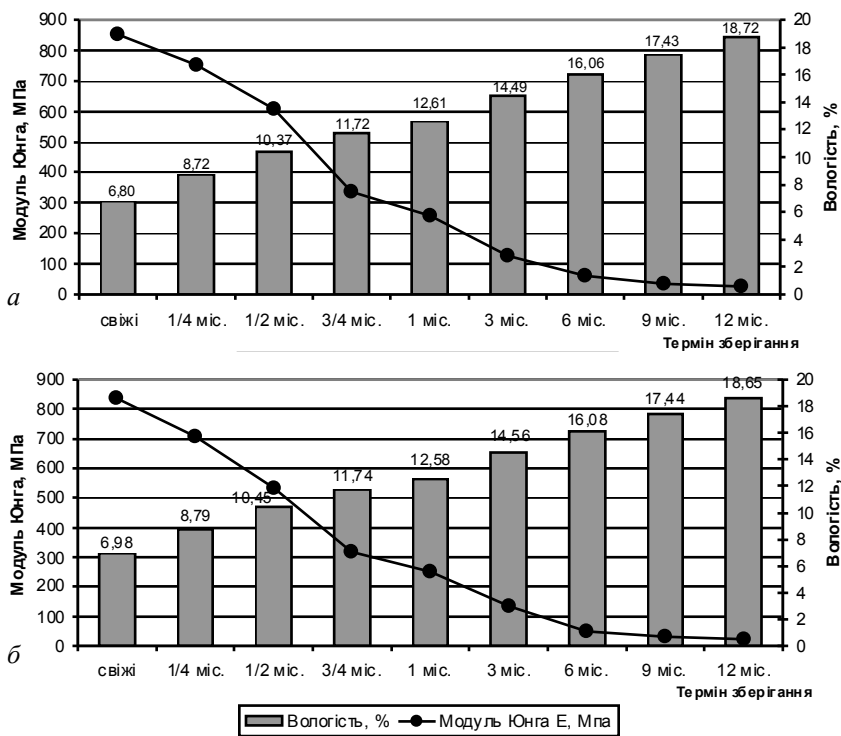


Рис. 1. Динаміка змін модуля Юнга та масової частки вологи сушених баклажанових сніків упродовж зберігання в поліетиленових пакетах без герметичної кришки: *а* – для сніків зі смаком солодкого перцю; *б* – для сніків зі смаком томатів

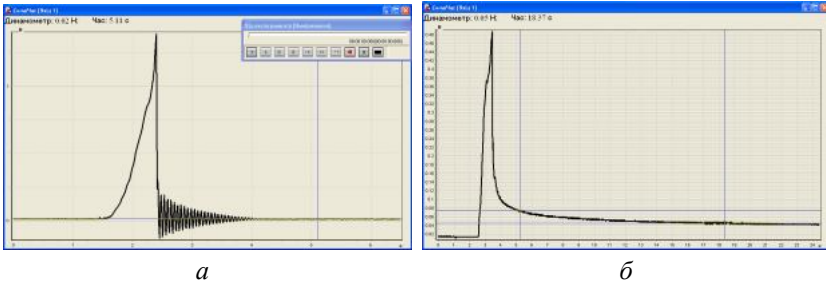


Рис. 2. Вікно програми «Навчальна лабораторія ІТМ» під час навантаження зразків на згин:
***a* – зразок ламається; *б* – зразок згинається без зламу**

Свіжоприготовлені снеки, а також зразки після зберігання впродовж 1-го і 2-х тижнів мають хрустку консистенцію. Під час навантаження на згин ці зразки ламаються й перестають чинити опір. Тому на графіку прослідковується різкий спад і зона затухаючих коливань пружини динамометра (рис. 2*a*).

Під час навантаження снеків, що зберігалися в негерметичному пакуванні три тижні й більше, зразки перестають ламатися. Після максимального навантаження, не досягнувши зламу, зразок продовжує чинити опір, що відображено на графіку у вигляді релаксаційного зусилля (рис. 2*б*). При цьому чим більша масова частка вологи та пластичність зразка, тим більшу крутість зміни (швидко зменшується) має релаксаційне зусилля на графіку.

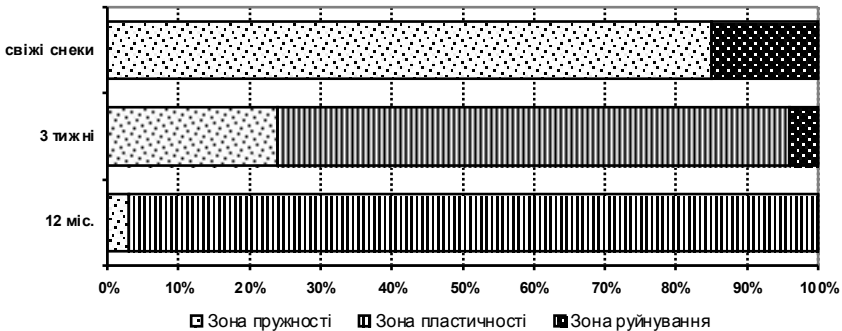


Рис. 3. Діаграма реологічних властивостей сушених баклажанових снеків упродовж зберігання в негерметичному пакуванні

Такі суттєві зміни консистенції сушених баклажанових снєків упродовж 12-ти міс. зберігання в поліетиленових пакетах без герметичної кришки свідчать про поступовий перерозподіл у них зон пружності, пластичності та руйнування (рис. 3).

У результаті впливу деформаційних сил на свіжоприготовлені снєки виявляються їх пружні властивості. Такі снєки можна віднести до пружно-хрустких тіл. Руйнування свіжоприготовлених снєків настає практично без прояву пластичності.

Після трьох тижнів зберігання досліджуваних зразків у полімерному пакуванні без герметичної кришки масова частка вологи досягає значення 11,72 та 11,74% відповідно (табл. 2). Такі снєки можна віднести до пружно-пластичних тіл. Хоча зона пружності ще достатньо виражена, снєки набувають такого рівня пластичності, за якого зразки згинаються без зламу. Руйнування виявляється лише в появі тріщин.

Після 12 місяців зберігання масова частка вологи в зразках досягає позначки 18,72 та 18,65% відповідно, що суттєво впливає на структурно-механічні властивості баклажанових снєків. Зразки практично втрачають здатність до пружної деформації та вільно згинаються без будь-яких проявів руйнування.

Висновки. Наведені в статті результати досліджень модуля пружності сушених баклажанових снєків упродовж тривалого зберігання підтверджують залежність їх структурно-механічних властивостей від виду пакування. Під час зберігання снєків у поліетиленових пакетах без герметичної кришки масова частка вологи поступово зростає, що спричиняє поступову втрату хрусткої консистенції та набуття зразками пластичності, про що свідчить зменшення модуля пружності. Тому для тривалого зберігання розроблених нами сушених баклажанових снєків доцільно рекомендувати герметичне пакування. Зокрема, після 12 міс. зберігання досліджуваних зразків у поліпропіленових пакетах із термозварювальним швом масова частка вологи в них не змінюється, що дозволяє снєкам зберегти хрустку консистенцію, властиву чіпсам.

Список джерел інформації / References

1. Євсейцева О. С. Аналіз ринку снєкової продукції України / О. С. Євсейцева, А. В. Юценко // Вісник КНУТД. – 2012. – № 6. – С. 357–362.

Yevseytseva, O.S., Yushchenko, A.V. (2012), "Market analysis of snack products in Ukraine" ["Analiz rynku snekovoї' produkciї' Ukraїny"], *Bulletin KNUVD*, No. 6, pp. 357-362.

2. Дьякова Ю. В. Тенденції розвитку ринку сушеної плодовоовочевої продукції України / Ю. В. Дьякова // SWorld : зб. наук. пр. – Одеса : Купrienko, 2013. – Вип. 2, т. 9. – С. 60–68.

Dyakova, Yu.V. (2013), "Market trends of dried fruit and vegetable products in Ukraine" ["Tendencii' rozvytku rynku sushenoj' plodoovochevoj' produkcii' Ukraïny"], *SWorld: compilation sciences works*, Kuprienko, Odessa, Issue 2, Vol. 9, pp. 60-68.

3. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А. В. Горбатов, А. М. Маслов, Ю. А. Мачихин [и др.] ; под ред. А. В. Горбатова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с.

Gorbatov, A.V., Maslov, A.M., Machihin, Yu.A. (1982), *Structural-mechanical characteristics of foodstuffs [Strukturno-mehanicheskie harakteristiki pishhevyh produktov]*, Light and food industry, Moscow, 296 p.

4. Давыдова С. А. Анализ структурно-механических и теплофизических характеристик макаронных изделий с повышенной биологической ценностью при исследовании процесса сушки / С. А. Давыдова, Н. Н. Артемьева // Вестник АГТУ. – 2006. – № 2 (31). – С. 129–134.

Davydova, S.A., Artemyeva, N.N. (2006), "The analysis of structural-mechanical and thermalphysic characteristics of macaroni products with the increased biological value at a drying process research" ["Analiz strukturno-mehanicheskikh i teplofizicheskikh harakteristik makaronnyh izdelij s povyshennoj biologicheskoy cennost'ju pri issledovanii processa sushki"], *Bulletin ASTU*, No. 2 (31), pp. 129-134.

5. Дорохович А. М. Визначення структурно-механічних властивостей тіста для маффінів / А. М. Дорохович, Є. І. Ковалевська, Н. П. Лазоренко // Наукові праці. – Одеса : ОНАХТ, 2012. – Вип. 40, т. 1. – С. 156–160.

Dorohovych, A.M., Kovalevska, Ye.I., Lazorenko, N.P. (2012), "Determination of structural-mechanical properties of dough muffin", ["Vyznachennja struktumo-mehanichnyh vlastyvostej tista dlja maffiniv"], *Scientific works*, ONAFT, Odessa, Issue 40, Vol. 1, pp. 156-160.

6. Перцевой Ф. В. Дослідження структурно-механічних властивостей сиру кисломолочного та напівфабрикату сирного кисломолочного на його основі / Ф. В. Перцевой, Д. О. Бідюк, Н. В. Катречко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2010. – Вип. 103. – С. 217–222.

Pertsevoy, F.V., Bidiuk, D.O., Katrechko, N.V. (2010), "Study of rheological properties cottage cheese and semi-finished cottage cheese on the basis" ["Doslidzhennja struktumo-mehanichnyh vlastyvostej syru kyslomolochnogo ta napivfabrykatu symogo kyslomolochnogo na joho osnovi"], *Bulletin KhNTUA*, Issue 103, pp. 217-222.

7. Вплив способу отримання печінкового паштету на його реологічні характеристики / С. А. Соколов, І. Б. Левіт, М. М. Севаторов, Д. С. Афенченко // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2010. – Вип. 26. – С. 451–459.

Sokolov, S.A., Levit, I.B., Sevatorov, M.M., Afenchenko, D.S. (2010), "The impact of a process for liver pate on its rheological properties" ["Vplyv sposobu otymannja pečinkovogo pashtetu na joho reologichni harakterystyky"], *Equipment and technology of food productions*, Issue 26, pp. 451-459.

8. Романенко О. Метод визначення структурно-механічних властивостей рибних пресервів / О. Романенко // Товари і ринки. – 2013. – № 2. – С. 58–65.

Romanenko, O. (2013), "Method of identification of the structural-mechanical properties of fish preserves" ["Metod vyznachennja strukturno-mehanichnyh vlastyvostej rybnyh preserviv"], *Commodities and Markets*, No. 2, pp. 58-65.

9. Орлова Н. Реологічні властивості заморожених напівфабрикатів із томатних овочів / Н. Орлова, С. Белінська, Н. Каменева // Товари і ринки. – 2011. – № 2. – С. 144–149.

Orlova, N., Belinska, S., Kameneva, N. (2011), "Rheological properties of frozen tomato semiproducts" ["Reologichni vlastyvosti zamorozhenyh napivfabrykativ iz tomatnyh ovochiv"], *Commodities and Markets*, No. 2, pp. 144-149.

10. Белінська С. Органолептичні властивості купажованих швидкозаморожених соків із м'якоттю / С. Белінська, О. Дьяков, Р. Романенко // Товари і ринки. – 2012. – № 2. – С. 154–164.

Belinska, S., Dyakov, O. (2012), "Organoleptic properties of blended quick-frozen juices with pulp" ["Organoleptychni vlastyvosti kupazhovanyh shvydkozamorozhenyh sokiv iz m'jakottju"], *Commodities and Markets*, No. 2, pp. 154-164.

11. Кіптела Л. В. Наукове обґрунтування процесів і обладнання виробництва харчових напівфабрикатів з нетрадиційної плодовоовочевої сировини : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12 / Л. В. Кіптела. – Х., 2005. – 36 с.

Kiptela, L.V. (2005), *Scientific substantiation of processes and equipment of production of food semis on alternative raw fruits and vegetables: Author's thesis* [Naukove obgruntuvannja procesiv i obladnannja vyrobnytva harchovyh napivfabrykativ z netradycijnoi' plodoovochevoi' syrovyny: avtoref. dis. ... dok. tehn. nauk], Kharkiv, 36 p.

12. Сапожнікова Н. Ю. Залежність реологічних характеристик плодового пюре від кількісного вмісту м'якоти / Н. Ю. Сапожнікова // Обладнання та технології харчових виробництв. – 2010. – Вип. 23. – С. 200–204.

Sapozhnikova, N.Yu. (2010), "The dependence of the rheological characteristics of fruit puree on quantitative content of pulp" ["Zalezhnist' reologichnyh harakterystyk plodovogo pjure vid kil'kisnogo vmistu m'jakoti"], *Equipment and technology of food productions*, Issue 23, pp. 200-204.

13. Маяк В. І. Наукове обґрунтування процесів та удосконалення обладнання виробництва концентрованих продуктів з плодовоовочевої сировини : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12 / В. І. Маяк. – Х., 2010. – 37 с.

Mayak, V.I. (2010), *Scientific substantiation processes and improving equipment of production of concentrates on raw fruits and vegetables: Author's thesis* [Naukove obgruntuvannja procesiv ta udoskonalennja obladnannja vyrobnytva koncentrovanyh produktiv z plodoovochevoi' syrovyny: avtoref. dis. ... dok. tehn. nauk], Kharkiv, 37 p.

14. Дьякова Ю. С-вітамінність баклажанових снеків / Ю. Дьякова, Н. Орлова // Товари і ринки. – 2014. – № 1. – С. 75–83.

Dyakova, Yu., Orlova, N. (2014), "The vitamin C content of aubergine snacks" ["C-vitaminnist' baklazhanovykh snekiv"], *Commodities and Markets*, No. 1, pp. 75-83.

15. Методичні рекомендації до виконання науково-дослідних робіт з використанням універсального вимірювального комп'ютерного приладу / С. Л. Шаповал, Н. П. Форостяна, Ю. В. Литвинов, Р. П. Романенко. – К. : КНТЕУ, 2012. – 95 с.

Shapoval, S.L., Forostyana, N.P., Litvinov, Yu.V., Romanenko, R.P. (2012), *Guidelines for implementation of research projects using universal measuring instrument computer [Metodychni rekomendacii' do vykonannja naukovo-doslidnyh robіt z vykorystannjam universal'hogo vymirjuval'hogo komp'juternogo prykladu]*, KNUTE, Kyiv, 95 p.

Орлова Наталья Язепівна, д-р техн. наук, проф., кафедра товарознавства та експертизи харчових продуктів, Київський національний торговельно-економічний університет. Адреса: вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156. E-mail: orlova.n.knteu@ukr.net.

Орлова Наталья Язеповна, д-р техн. наук, проф., кафедра товароведения и экспертизы пищевых продуктов, Киевский национальный торгово-экономический университет. Адрес: ул. Киото, 19, г. Киев, Украина, 02156. E-mail: orlova.n.knteu@ukr.net.

Orlova Nataliya, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department Commodity Research and Examination of Food Products, Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Kioto str., 19, Kyiv, Ukraine, 02156. E-mail: orlova.n.knteu@ukr.net.

Дьякова Юлія Вікторівна, асп., кафедра товарознавства та експертизи харчових продуктів, Київський національний торговельно-економічний університет. Адреса: вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156. Тел.: (050)8638306; e-mail: jd-117@ukr.net.

Дьякова Юлия Викторовна, асп., кафедра товароведения и экспертизы пищевых продуктов, Киевский национальный торгово-экономический университет. Адрес: ул. Киото, 19, г. Киев, Украина, 02156. Тел.: (050)8638306; e-mail: jd-117@ukr.net.

Dyakova Yuliya, Post Graduate Student, Department Commodity Research and Examination of Food Products, Kyiv National University of Trade and Economics. Address: Kioto str., 19, Kyiv, Ukraine, 02156. Tel.: (050)8638306; e-mail: jd-117@ukr.net.

Романенко Роман Петрович, канд. техн. наук, доц., кафедра інженерно-технічних дисциплін, Київський національний торговельно-економічний університет. Адреса: вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156. E-mail: romanco@ukr.net.

Романенко Роман Петрович, канд. техн. наук, доц., кафедра инженерно-технических дисциплин, Киевский национальный торгово-

економічний університет. Адрес: ул. Киото, 19, г. Киев, Украина, 02156.
E-mail: romanco@ukr.net.

Romanenko Roman, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Department Engineering and Technical Disciplines, Kyiv National University of
Trade and Economics. Address: Kioto str., 19, Kyiv, Ukraine, 02156. E-mail:
romanco@ukr.net.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловичем.
Отримано 15.03.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 663.551.5:544.6.076

СТАБІЛІЗАЦІЯ ВОДНО-СПИРТОВИХ СУМІШЕЙ У ПРОЦЕСІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ ПИТНОЇ ВОДИ

О.В. Кузьмін, В.Г. Топольник, В.Г. Мирончук, С.Ю. Суйков

Досліджено механізм устанавлення рівноважного стану водно-спиртових сумішей на основних етапах створення горілки з використанням електрохімічної активації питної води. Експериментально доведено залежність швидкості характеру встановлення термодинамічної рівноваги – релаксації водно-спиртових систем за умови стабілізації гідрокальній групи протонів етанолу та води. Методи: ^1H ЯМР-спектроскопія; методи оцінки фізику-хімічних та органолептичних показників.

***Ключові слова:** водно-спиртова суміш, горілка, ^1H ЯМР-спектроскопія, гідрокальній протони, електрохімічна активація.*

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВОДНО-СПИРТОВЫХ СМЕСЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

О.В. Кузьмин, В.Г. Топольник, В.Г. Мирончук, С.Ю. Суйков

Исследован механизм установления равновесного состояния водно-спиртовых смесей на основных этапах создания водки при использовании электрохимической активации питьевой воды. Экспериментально доказана зависимость скорости и характера установления термодинамического равновесия – релаксации водно-спиртовых систем за счет стабилизации гидрокальний группы протонов этанола и воды. Методы:

© Кузьмін О.В., Топольник В.Г., Мирончук В.Г., Суйков С.Ю., 2015