

## **АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ СИРНОГО ПРОДУКТУ М'ЯКОГО З РОСЛИННИМИ ДОБАВКАМИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВІЛЬНОЇ ТА ЗВ'ЯЗАНОЇ ВОЛОГИ В ПРОДУКТІ**

**М.В. Обозна, Ф.В. Перцевой, О.Г. Дьяков**

*На основі даних аналітичних узагальнень і результатів експериментальних досліджень обґрунтована та експериментально доведена доцільність створення нової технології сирного продукту м'якого на основі сухого знежиреного молока, що містить в якості рецептурних добавок концентрат ядра арахісу та борошно кукурудзяне. Визначено вміст вільної та зв'язаної вологи в сирному продукті м'якому.*

**Ключові слова:** сирний продукт м'який, рослинні добавки, вільна та зв'язана волога.

## **АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СЫРНОГО ПРОДУКТА МЯГКОГО С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНОЙ И СВЯЗАННОЙ ВЛАГИ В ПРОДУКТЕ**

**М.В. Обозная, Ф.В. Перцевой, А.Г. Дьяков**

*На основе данных аналитических обобщений и результатов экспериментальных исследований обоснована и экспериментально доказана целесообразность создания новой технологии сырного продукта мягкого на основе сухого обезжиренного молока, содержащего в качестве рецептурных добавок концентрат ядра арахиса и муку кукурузную. Определено содержание свободной и связанной влаги в сырном продукте мягком.*

**Ключевые слова:** сырный продукт мягкий, растительные добавки, свободная и связанная влага.

## **ACTUALITY OF MILD CHEESE PRODUCTS WITH HERBAL SUPPLEMENTS AND RESEARCH CONTENT OF FREE AND BOUND MOISTURE IN THE PRODUCT**

**M.V. Obozna, F.V. Pertsevov, O.G. Dyakov**

*The basic organoleptic, physical and chemical, rheological and functional and technological properties of soft cheese product on the stages of its manufacture, storage, freezing and storage in the frozen state because of the effect of vegetable additives were studied. The recipe composition and the technology of production of soft cheese product were grounded and elaborated on the base of these data.*

*On the basis of the evaluation of functional and technological and chemical properties of the concentrate of peanut kernels and corn flour the expediency of their combined use as functional factors was proved.*

*The effect of freezing on the changes of protein substances and fat fractions, physical and chemical properties of the soft cheese product was researched; the shelf life in frozen state was grounded.*

*The standard and technological documentation was developed and approved, the arrangements for the introduction of new technology in enterprises of restaurant industry were made, and data of cost-effectiveness of the introduction of soft cheese product into production was presented.*

*Based on the analysis and generalization of experimental results proved and experimentally demonstrate the feasibility of establishing a new technology product soft cheese from skimmed milk contains as prescription supplements concentrate peanut kernels and corn flour. Definitely contents of free and bound water in the soft cheese product.*

**Keywords:** *soft cheese product, herbal supplements, free and bound moisture.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Одними з популярних і водночас корисних продуктів тваринницької галузі є сичужні сири. В Україні асортимент сирів, зокрема м'яких, зумовлений традиційними видами, обсяги виготовлення яких не задовольняють споживчий попит. Як важлива складова здорового харчування та альтернатива сучасним м'яким сирам у світовій практиці широко поширине виготовлення комбінованих молочно-рослинних харчових продуктів. Особливу популярність серед них мають сичужні сирні продукти.

З урахуванням міжнародної практики та гострого дефіциту сиропридатного молока в Україні перспективним є пошук нових шляхів забезпечення стабільної якості продуктів сироваріння в умовах наявної та доступної вітчизняної сировинної бази.

Використання сухого знежиреного молока як молочної основи сирних продуктів дозволить стабілізувати їх якість та уникнути негативного впливу сезонності внаслідок сталого хімічного складу сухого молока.

Сьогодні гострий дефіцит білків є важливою проблемою у світовій практиці. Один із шляхів її вирішення полягає в пошуку нових джерел білкових ресурсів. У зв'язку з цим перспективною сировиною є горіхоплідні – джерело повноцінного рослинного білка.

Особливе місце посідає арахіс, що відрізняється значним вмістом білка, мінеральних речовин, вітамінів. В арахісі містяться поліфеноли (ресвератрол тощо), які відіграють суттєву роль у профілактиці низки захворювань. Тому використання арахісу як

складника харчових продуктів надає їм лікувально-профілактичної спрямованості. З огляду підвищення вмісту білка та застосування нетрудомістких методів виробництва (холодного пресування) доцільною є переробка ядра арахісу на концентрат, вміст білків в якому досягає 65...70%. Білки арахісу переважно гідрофобні. У разі введення білкового концентрату ядра арахісу до сирного продукту система стає рихлою, що ускладнює подальший процес формування продукту. Крім того, відновлене молоко містить певну частку денатурованих нереакційноздатних білків. Перспективним вирішенням цієї проблеми є залучення до технології сирного продукту борошна кукурудзяного, яке, унаслідок наявності гідрофільних складових, виступає стабілізуючим чинником.

Борошно кукурудзяне містить вуглеводи, білки, включаючи повноцінні, харчові волокна, мінеральні речовини, каротиноїди; унаслідок комбінації цих нутрієнтів, борошно кукурудзяне становить собою цінний дієтичний продукт, що має позитивний лікувально-профілактичний вплив.

Перспективною сировиною при нормалізації молока як заміника молочного жиру є рослинні олії, які збагачують сирний продукт ненасиченими жирними кислотами. Зокрема використання соняшnikової олії насичує сирний продукт поліненасиченими жирними кислотами лінолево-олеїнової групи.

Термін придатності м'яких сирів і сирних продуктів нетривалий та складає в середньому 14 діб, що ускладнює товарообіг, особливо під час використання сирних продуктів як напівфабрикатів. Одним із актуальних шляхів вирішення цієї проблеми є заморожування, яке дозволить зберегти якість сирних продуктів на міжсезонний період, створюючи достатні резерви для виробництва та торгівлі.

Результатом розробки науково обґрунтованої технології комбінованого сирного продукту є поява сичужного сирного продукту м'якого (СПМ) з новими органолептичними показниками відносно традиційних сирів, сталими фізико-хімічними характеристиками, високою біологічною цінністю, зниженою собівартістю виробництва та безперервністю перебування на споживчому ринку, що реалізується внаслідок застосування інновацій: сумісного використання низки властивостей сухого знежиреного молока (СЗМ), концентрату ядра арахісу (КЯА), борошна кукурудзяного (БК) [1–3].

Установлено, що розроблений продукт має в складі близько  $29,1 \pm 1,4\%$  білка,  $12,0 \pm 0,6\%$  жиру, широкий спектр мінералів і вітамінів.

З огляду органолептичних характеристик СПМ в умовах заміни молочної сировини на концентрат ядра арахісу та борошно кукурудзяне до 10% виявлено, що загальна заміна 5% зумовлює високі сукупні органолептичні властивості системи, зокрема кольору та консистенції; вибрана найбільш приваблива альтернатива – раціональний вміст КЯА та БК при заміні молочної основи 5%: співвідношення КЯА та БК складає один до одного [1–5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що 20...25% вологи, яка міститься в сирі, пов'язана з білковими речовинами, і видалити її з сиру можна тільки порушивши зв'язок води з білком, а в сирних продуктах – з білково-полісахаридними компонентами [6; 7].

Як виявлено, під час введення до сирної маси концентрату ядра арахісу та борошна кукурудзяного до системи потрапляють речовини білково-полісахаридної природи, які здатні поглинати вологу та утримувати її. Борошно кукурудзяне містить до 18% від загального вмісту білка водорозчинного альбуміну, а ядра арахісу – близько 97% глобулінів, що безпосередньо впливає на здатність білків взаємодіяти з водою [6–13].

Спираючись на дослідження провідних фахівців, ми дійшли висновку, що стан вологи в комбінованих молочно-рослинних сирних продуктах вивчено недостатньо глибоко [7; 10–12]. Такі дослідження необхідні з огляду виробництва сирних продуктів високої якості внаслідок появи можливості керувати фізико-хімічними та структурно-механічними характеристиками, оскільки вода є важливою складовою харчових продуктів, а її взаємодія з рецептурними компонентами зумовлює консистенцію, структуру, їх стійкість під час зберігання. Зміна властивостей сирного продукту пов'язана як із кількістю води, так і з вмістом вільної та зв'язаної вологи [10–12].

**Мета статті** – установлення вмісту вільної та зв'язаної вологи в сирному продукті м'якому залежно від його рецептурного складу за допомогою методу ядерного магнітного резонансу – ЯМР – спінова луна.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Оскільки на швидкість перерозподілу енергії в досліджуваному продукті впливає спін-спінова взаємодія і молекулярна рухливість води, то на час релаксації ( $T_2$ ) впливає хімічний склад продукту. Отже,  $T_2$  характеризує стан і взаємодію вологи в досліджуваному продукті [11; 12]. Залежність  $T_2$  продукту із заміною молочної сировини на КЯА та БК від тривалості зберігання наведена, відповідно, на рис. 1 та 2; на рис. 3 – з раціональним рецептурним складом.

Із результатів досліджень видно, що підвищення заміни СЗМ на рослинні компоненти веде до зменшення часу спін-спінової релаксації, який також знижується впродовж 28 діб зберігання. Установлено, що впродовж зберігання  $T_2$  контрольного зразка знижується від 0,027 до 0,0215 с. Заміна СЗМ на КЯА змінює тривалість спін-спінової релаксації впродовж 28 діб від 0,0235 до 0,02 с для зразків із 5%-ю заміною та від 0,022 до 0,02 с із заміною 10%.

Виявлено, що для свіжовиготовлених зразків сирного продукту з КЯА тривалість спін-спінової релаксації диполя води в діапазоні підвищення заміни СЗМ 5...10% відносно контролю знижується, відповідно, на 0,0035 та 0,005 с, а для готового продукту – на 0,0015 с для обох замін. Зниження значень  $T_2$  зразків із заміною СЗМ на БК 5...10% має більш виражений характер, ніж для зразків СПМ з КЯА. Упродовж терміну зберігання  $T_2$  зразків із заміною на борошно 5 та 10% знижується від 0,02 до 0,017 с та від 0,018 до 0,015 с відповідно. Отже, відносно контролю тривалість спін-спінової релаксації зразків із заміною 5 та 10% знижується, відповідно, на 0,007 та 0,009 с для свіжовиготовлених зразків та на 0,0045 і 0,0065 с для готових.  $T_2$  зразка з раціональним співвідношенням рослинних складників займає проміжне положення між зразками із заміною на єдину добавку. Характер зміни тривалості спін-спінової релаксації диполя води пояснюється зростанням ВУЗ продукту із збільшенням вмісту рослинних компонентів, зокрема борошна кукурудзяного, та впродовж визначеного строку зберігання внаслідок поступового збільшення частки зв'язаної вологи в СПМ [4].

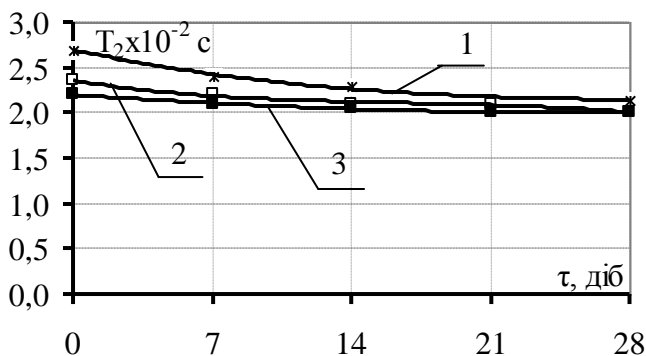
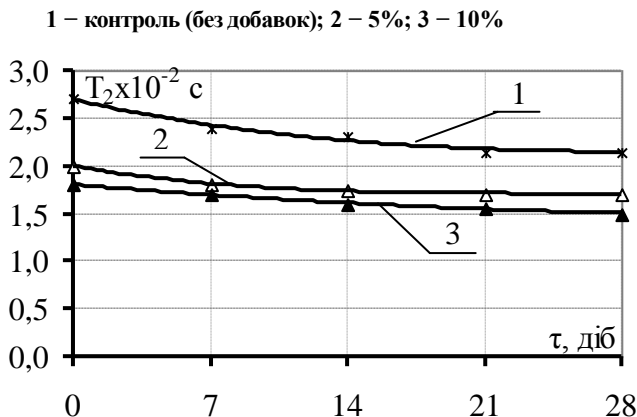
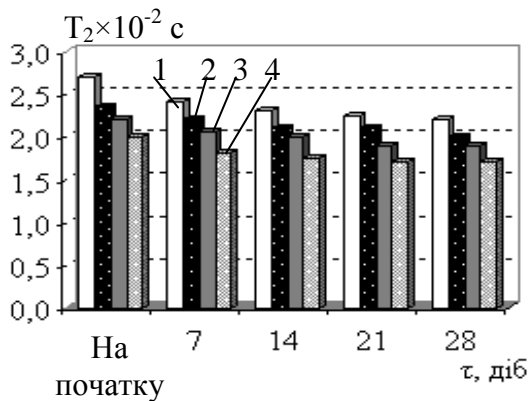


Рис. 1. Залежність часу спін-спінової релаксації СПМ із заміною СЗМ на концентрат ядра арахісу від тривалості зберігання:



**Рис. 2.** Залежність часу спин-спінової релаксації СПМ із заміною СЗМ на борошно кукурудзяне від тривалості зберігання:  
1 – контроль (без добавок); 2 – 5%; 3 – 10%



**Рис. 3.** Залежність часу спин-спінової релаксації СПМ від тривалості зберігання: 1 – контроль (без добавок); 2 – із заміною СЗМ на 5% концентрату ядра арахісу; 3 – із заміною СЗМ на 2,5% концентрату ядра арахісу та 2,5% борошна кукурудзяного; 4 – із заміною СЗМ на 5% борошна кукурудзяного

Таким чином, результати досліджень із вивчення ЯМР продукту показали присутність у ньому полісахаридів, що сприяє

зв'язуванню вільної вологи. У разі заміни на концентрат до системи потрапляє додатковий жир; білки концентрату, переважно, водонерозчинні [8; 10–13]. Відомо, що жир розподілений у сирному продукті у вигляді дрібних кульок. Вочевидь, гідрофобні жирові кульки, що знаходяться в капілярах, «фіксують» вільну вологу в каркасі та обмежують рухомість диполів води в зразках продукту з концентратом [10–13].

Установлена тенденція зменшення тривалості спін-спінової релаксації диполя води зразків СПМ у разі збільшення вмісту рослинних компонентів, зокрема БК. Як виявлено, при цьому зменшується молекулярна рухливість та водночас збільшується кількість зв'язаної води внаслідок зростання гідратації білка та підвищення водозв'язуючої активності за рахунок взаємодії молочних білків з рослинними, а також полісахаридами.

Таким чином, зменшення часу спін-спінової релаксації зразків сирного продукту, які мають у своєму складі рослинні компоненти, свідчить про обмеження рухомості диполів води в таких зразках та підвищення вологоутримуючої здатності у разі зменшення вмісту вільної вологи, що підтверджується відповідними дослідженнями. Видно, що час спін-спінової релаксації знижується також упродовж 28 діб зберігання. Отже, використання рослинних компонентів дозволяє знизити ризик синерезису як у свіжовиготовленому продукті, так і під час подальшого зберігання.

**Висновки.** На підставі проведених досліджень із виявлення вмісту вільної та зв'язаної вологи в сирному продукті м'якому можна зробити такі висновки:

- наявність борошна кукурудзяного, порівняно з концентратом ядра арахісу, більшою мірою сприяє зниженню вмісту вільної вологи в сирному продукті м'якому;
- рослинні добавки концентрат ядра арахісу та борошно кукурудзяне – зменшують молекулярну рухливість та збільшують кількість зв'язаної води в продукті;
- зменшення часу спін-спінової релаксації свідчить про обмеження рухомості диполів води та підвищення вологоутримуючої здатності у разі зменшення вмісту вільної вологи за умов залучення рослинної сировини;
- за умов додавання концентрату ядра арахісу та борошна кукурудзяного до сирного продукту зменшується ризик виробничих втрат, оскільки, як виявлено, під час дозрівання продукту частина вільної вологи переходить у зв'язану.

## Список джерел інформації / References

1. Пат. на корисну модель 57054 Україна, UA МПК А 23 С 19/00. Спосіб отримання сирного продукту м'якого на основі сухого знежиреного молока з використанням концентрату ядер арахісу та борошна кукурудзяного / Перцевой Ф. В., Обозна М. В. (Україна); заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № у 2010 08599; заявл. 09.07.2010; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 3. – 6 с.

Pat. a utility model 57054 Ukraine, UA IPC A 23 C 19/00. (2011) "A method of producing a soft cheese product from skimmed milk concentrate using peanut kernels and corn flour" *Pertsevoy FV, MV Designation (Ukraine), the applicant and the patentee Hark. state. Univ food. and trade* ["Sposib otrymannja syrnoho produktu m'jakogo na osnovi suhogo znezhyrenogo moloka z vykorystannjam koncentratu jader arahisu ta boroshna kukurudzjanogo", *Percevoj, F. V., Obозна, M. V. (Ukrai'na); zajavnyk ta patentovlasnyk Hark. derzh. un-t harch. ta torг.*] – № у 2010 08599; заявл. 09.07.2010; опубл. 10.02.2011, Вjul. № 3. – 6 с.

2. Пат. на корисну модель 57055 Україна, UA МПК А 23 С 19/00. Спосіб отримання сирного продукту м'якого на основі сухого знежиреного молока з використанням концентрату ядер арахісу / Перцевой Ф. В., Обозна М. В. (Україна); заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № у 2010 08600; заявл. 09.07.2010; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 3. – 6 с.

Pat. a utility model 57055 Ukraine, UA IPC A 23 C 19/00. (2011) "A method of producing a soft cheese product from skimmed milk concentrate using peanut kernels" *Pertsevoy FV, MV Designation (Ukraine), the applicant and the patentee Hark. state. Univ food. and bargaining* ["Sposib otrymannja syrnoho produktu m'jakogo na osnovi suhogo znezhyrenogo moloka z vykorystannjam koncentratu jader arahisu", *Percevoj, F. V., Obозна, M. V. (Ukrai'na); zajavnyk ta patentovlasnyk Hark. derzh. un-t harch. ta torг.*] – № у 2010 08600; заявл. 09.07.2010; опубл. 10.02.2011, Вjul. № 3. – 6 с.

3. Пат. на корисну модель 60055 Україна, UA МПК А 23 С 19/00. Спосіб отримання сирного продукту м'якого на основі сухого знежиреного молока з використанням рослинних компонентів / Перцевой Ф. В., Обозна М. В. (Україна); заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № у 2010 13609; заявл. 16.11.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11. – 6 с.

Pat. a utility model 60055 Ukraine, UA IPC A 23 C 19/00. (2011) "A method of producing a soft cheese product from skimmed milk using plant components", *Pertsevoy FV, MV Designation (Ukraine), the applicant and the patentee Hark. state. Univ food. and bargaining* ["Sposib otrymannja syrnoho produktu m'jakogo na osnovi suhogo znezhyrenogo moloka z vykorystannjam roslynnyh komponentiv", *Percevoj, F. V., Obозна, M. V. (Ukrai'na); zajavnyk ta patentovlasnyk Hark. derzh. un-t harch. ta torг.*] – № у 2010 13609; заявл. 16.11.2010; опубл. 10.06.2011, Вjul. № 11. – 6 с.

4. Перцевой Ф. В. Дослідження впливу рецептурного складу на стан вологи сирного продукту м'якого / Ф. В. Перцевой, М. В. Обозна,



В. В. Рубіна // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2010. – Вип. 103 : Механізація сільськогосподарського виробництва та переробки сільськогосподарської продукції. – С. 390–396.

Pertsevoy, F. V., Obozna, M. V. (2010), “Investigation of the influence of prescription composition on the moisture condition of the soft cheese product” *Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko* [“Doslidzhennja vplyvu recepturnogo skladu na stan vology syrnoho produktu m'jakogo”, *Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo tehchnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka*] Vyp. 103 : *Mehanizacija sil'skogospodars'kogo vyrobnyctva ta pererobky sil'skogospodars'koi' produkci*’, S. 390–396.

5. Перцевой Ф. В. Дослідження структурно-механічних показників сирного продукту м'якого з використанням борошна кукурудзи / Ф. В. Перцевой, В. В. Рубіна, М. В. Обозна // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – 2009. – Вип. 88 : Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. – С. 223–229.

Pertsevoy, F. V., Rybina, V. V., Obozna, M. V. (2009), “Investigation of structural and mechanical properties of soft cheese product using corn flour”, *Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture. Petro Vasilenko* [“Doslidzhennja strukturno-mehanichnyh pokaznykiv syrnoho produktu m'jakogo z vykorystannjam boroshna kukurudzy” *Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo tehchnogo universytetu sil'skogo gospodarstva im. P. Vasylenka* ] Vyp. 88 : *Suchasni naprjamky tehnologii ta mehanizacii procesiv pererobnyh i harchovyh vyrobnyctv*, S. 223–229.

6. Шидловская В. П. Справочник технолога молочного производства / В. П. Шидловская. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 296 с.

Shidlovskaya, V. P. (2006), “Directory technologist milk production”, *St. Petersburg* [“Spravochnyk tehnologa molochnoho proyzvodstva”, *SPb.*], GYORD, 2006, 296 s.

7. Роздова В. Ф. Растительные белки в составе плавленых сырных продуктов / В. Ф. Роздова // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 3. – С. 36–37.

Rozdova, V. F. (2009), “Vegetable proteins composed of processed cheese products” [“Rastitel'nye belki v sostave plavlennyh syrnyh produktov”] / *Syrodellie i maslodellie*, 2009, № 3, S. 36–37.

8. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетическая ценность пищевых продуктов / под ред. Покровского А. А. – М. : Пищевая пром-сть, 1977. – 227 с.

Pokrovskii, A. A. (1977), “The chemical composition of foods”, *Reference table of contents of the nutrients and energy value of food* [“Химический состав pishhevyyh produktov”, *Spravochnye tablicy sodержaniya osnovnyh pishhevyyh veshhestv i jenergeticheskaja cennost' pishhevyyh produktov* ], *Pishhevaja prom-st'*, Moscow, 227 s.

9. Фано У. Физика атомов и молекул / У. Фано, Л. Фано ; пер. с англ. / под ред. Л. И. Пономарева. – М. : Наука, 1980.

Fano, U. (1980), “Physics of atoms and molecules”, *trans. from English* [“Fizika atomov i molekul”, *per. s angl.*], Nauka, Moscow.

10. МакКена Б. М. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы / Б. М. МакКена ; пер. с англ. под науч. ред. канд. техн. наук, доц. Ю. Г. Базарновой. – СПб. : Профессия, 2008. – 480 с.

McKenna, B. M. (2008), “Structure and texture of foods. Products emulsion nature”, *trans. from English*. [“Struktura i tekstura pishhevyyh produktov. Produkty jemul'sionnoy prirody”, *per. s angl.*], Professija, SPb., 480 s.

11. Баль-Прилипка Л. В. Значення води у формуванні якості харчових продуктів / Л. В. Баль-Прилипка, О. М. Ляшенко // Молочное дело. – 2010. – № 8. – С. 8–12.

Bal-Prilipko, L. V. (2010), “Values in the driver formuvanni yakosti nutritive produktiv” [“Znachennja vodi u formuvanni yakosti harchovih produktiv”] *Molochnoe delo*, № 8, S. 8–12.

12. Щербаков В. Г. Химия и биохимия переработки масличных семян / В. Г. Щербаков. – М. : Пищевая пром-сть, 1977. – 164 с.

Shcherbakov, V. G. (1977), “Chemistry and Biochemistry oilseed” [“Himija i biohimija pererabotki maslichnyh semjan”], *Pishhevaja prom-st'*, Moscow, 164 s.

13. Ионин Б. И. ЯМР-спектроскопия в органической химии / Б. И. Ионин, Б. А. Ершов, А. И. Кольцов ; под ред. Б. А. Ершова. – Ленинград : Химия, 1983. – 272 с.

Ionin, B. I. (1983), “NMR spectroscopy in organic chemistry” [“JaMR-spektroskopija v organicheskoj himii”], *Himija*, Leningrad, 1983, 272 s.

**Обозна Маргарита Василівна**, канд. техн. наук, факультет харчових технологій, Сумський національний аграрний університет. Адреса: вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, Україна, 40021. Тел.: (050)2767252; e-mail: [m\\_oboznaya@ukr.net](mailto:m_oboznaya@ukr.net).

**Обозная Маргарита Васильевна**, канд. техн. наук, факультет пищевых технологий, Сумской национальной аграрный университет. Адрес: ул. Г. Кондратьева, 160, г. Сумы, Украина, 40021. Тел.: (050)2767252; e-mail: [m\\_oboznaya@ukr.net](mailto:m_oboznaya@ukr.net).

**Oboznaya Margarita**, PhD. Sc. Associate Professor, Food technologies Department, Sumy National Agrarian University. Address: Str. Kirova, 160, Sumy, Ukraine, 40021. Tel.: (050)2767252; e-mail: [m\\_oboznaya@ukr.net](mailto:m_oboznaya@ukr.net).

**Перцевой Федір Всеволодович**, д-р техн. наук, навчально-науковий інститут харчових технологій та бізнесу, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (093)0526916; e-mail: [kaf\\_th@meta.ua](mailto:kaf_th@meta.ua).

**Перцевой Федор Всеволодович**, д-р техн. наук, учебно-научный институт пищевых технологий и бизнеса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (093)0526916; e-mail: [kaf\\_th@meta.ua](mailto:kaf_th@meta.ua).

**Pertsevoy Fedir**, Dr. of technical sciences, Professor, Training and Scientific Institute technology and business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Str. Klochkovsky, 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Тел.: (093)0526916; e-mail: kaf\_th@meta.ua.

**Дьяков Олександр Георгійович**, канд. техн. наук, кафедра фізики та енергетики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (095)5387760.

**Дьяков Александр Георгиевич**, канд. техн. наук, кафедра физики и энергетики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (095)5387760.

**Dyakov Aleksandr**, PhD. Sc. Associate Professor, Department of Energy and Physics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Str. Klochkovsky, 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Тел.: (095)5387760.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.М. Михайловим.*

*Отримано 15.03.2014. ХДУХТ, Харків.*