

ХАРАКТЕРИСТИКИ СУХИХ МОЛОЧНО-ВУГЛЕВОДНИХ СУМІШЕЙ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ

*А.В. Мінорова, к.т.н., с.н.с.,
І.О. Романчук, к.т.н., с.н.с.,
Н.Л. Крушельницька, пр.інж.,
Інститут продовольчих ресурсів НААН*

В статті наведено результати дослідження модельних сумішей, до складу яких входила молочна основа, представлена незбираним молоком, сухим знежиреним молоком та вуглеводна основа, представлена сиропом ячмінно-солодового екстракту та сиропом сорго. Визначено вплив дози внесення вуглеводного компонента на органолептичні та фізико-механічні властивості сухих зразків. Отримані наукові дані будуть використані у прикладних дослідженнях для розроблення технологій сухих сумішей на основі молочних складових.

Ключові слова: *сухі молочно-вуглеводні суміші, ячмінно-солодовий екстракт, сироп сорго, розчинність, насипна щільність, гігроскопічність*

CHARACTERISTICS OF DRY MILK-CARBOHYDRATE MIXTURES OF SPRAY DRYING CARBOHYDRATE

*A. Minorova, Ph.D., Technics, Senior research,
I. Romanchuk, Ph.D., Technics, Senior research,
N. Krushelnitskaya, Senior Engineer,
The Institute of Food Resources of NAAS*

This article presents the results of the study of model mixtures, which included a dairy base represented by whole milk, skimmed milk powder and carbohydrate base, represented by barley-malt extract syrup and sorghum syrup. The influence of the dose of the carbohydrate component on the organoleptic and physico-mechanical properties of dry samples was determined. The obtained scientific data will be used in applied research to develop technologies of dry mixtures based on dairy components.

Key words: *dry milk-carbohydrate mixtures, barley-malt extract, sorghum syrup, solubility, bulk density, hygroscopicity*

Сухі молочні продукти – це порошки, що характеризуються сипучістю та характеризуються високим вмістом сухих речовин (95,0-98,5%) [1]. Кінцевий вміст вологи (кінцева вологість) – один із найважливіших показників якості сухого продукту. Збільшений або недостатній вміст вологи скорочує термін зберігання продукту [2].

Серед факторів, здатних впливати на властивості сухих дисперсних систем, в першу чергу потрібно відмітити компонентний склад вихідних сумішей, хімічний склад тощо [3].

До найбільш важливих реологічних показників, які характеризують фізико-механічні властивості сухих продуктів, належать насипна щільність та гігроскопічність [4]. В свою чергу, гігроскопічність сухих молочних продуктів визначається, в основному, їх хімічним складом [5,6]. Отже дослідження в даному напрямі є актуальними.

Один з можливих способів отримання сухих продуктів є розпилювальне сушіння [7-9]. Розпилювальне сушіння отримало найбільш широке розповсюдження під час виробництва сухих молочних продуктів. Цей спосіб дозволяє значно інтенсифікувати технологічний процес за рахунок максимального зменшення розміру частинок продукту [10].

Мінімальна втрата корисних властивостей продукту - найважливіша перевага розпилювального сушіння перед іншими способами. Вона полягає у можливості використання знижених температурних режимів процесу (температура продукту не

перевищує 60°C) за рахунок формування розпиленням значної поверхні контакту сировини (до 200 м²/кг) з сушильним агентом (повітрям). Такий спосіб сушіння успішно реалізований у численних конструкціях вітчизняних і зарубіжних промислових розпилювальних сушарок [11-13].

Незалежно від способу сушіння, сухі продукти повинні характеризуватися належними показниками кінцевої вологості, швидкості розчинення при мінімальних втратах сировини та продукту [1].

На сьогодні доволі гостро стоїть проблема за обмеження вживання цукру в харчуванні людини. Один із способів вирішення цієї проблеми є заміна цукру в рецептурі харчових продуктів на вуглеводні компоненти, які мають природний солодкий смак. При цьому можна досягти відмінних смакових та технологічних характеристик продукту та зменшити його собівартість.

Останнім часом у виробництві харчових продуктів використовують нетрадиційну сировину рослинного походження вітчизняного виробництва – полісолодовий (ПСЕ) та ячмінно-солодовий (ЯСЕ) екстракти. Полісолодовий та ячмінно-солодовий екстракти – продукти дієтичного харчування, виготовлені з пророщених зерен злакових культур. ПСЕ одержують із пророщених зерен пшениці, вівса та кукурудзи, ЯСЕ – з пророщених зерен ячменю [14].

За результатами медико-біологічних досліджень встановлено, що солодові екстракти нормалізують обмінні процеси, сприяють попередженню або зменшенню негативних реакцій на екстремальні впливи. Застосування солодових екстрактів сприяє зниженню захворюваності і покращанню здоров'я населення [15].

Дослідження [14] показали, що ПСЕ та ЯСЕ містять низькомолекулярні білки з повноцінним складом амінокислот, легкозасвоювані вуглеводи у вигляді мальтози, глюкози, фруктози, значну кількість макро- і мікроелементів, вітаміни, ферменти, фітогормони та ряд інших біологічно активних речовин.

Перспективним, з точки зору промислового виробництва, є сироп сорго, який отримують з культури цукрового сорго. Сік стебла цукрового сорго містить від 10-20% і більше цукрів [16]. До складу сиропу сорго входять: природна вода 30%, глюкоза 35%, фруктоза 35%. Сироп сорго розглядають як натуральну і безпечну альтернативу рафінованому цукру і цукровому сиропу, його можна використовувати в технологіях виробництва продуктів дитячого харчування [17].

Отже, враховуючи наявність у вищезазначених вуглеводних компонентах корисних нутрієнтів та з метою заміни цукру у рецептурі сухих сумішей, доцільно обґрунтувати їх внесення та вивчити вплив на смакові та технологічні властивості продукту.

Мета роботи – дослідження впливу вуглеводного компоненту на органолептичні та фізико-механічні властивості сухих молочно-вуглеводних сумішей.

Матеріали та методи досліджень. Масову частку вологи визначали згідно з ДСТУ 8574:2015 [18], індекс розчинності згідно з ГОСТ 30305.4-95[19], відносну швидкість розчинення згідно з ДСТУ 4556:2006 [20], активну кислотність згідно з ДСТУ 8551: 2015 [21], насипну щільність згідно з ДСТУ 7644:2014[22], гігроскопічність згідно [23].

Результати досліджень. В експериментальному цеху інституту на розпилювальній сушарці Niro-Atomizer (Данія) було проведено дослідні виробки сухих молочно-вуглеводних сумішей. Під час вибору вуглеводних компонентів враховували їх доступність на вітчизняному ринку, собівартість та фізико-хімічні властивості, зокрема кислотність, яка може мати суттєвий вплив на загальний рівень кислотності сумішей на основі молочних складових. Виходячи з цього серед солодових екстрактів було обрано ЯСЕ, оскільки титрована кислотність ЯСЕ значно нижча (12°Т) порівняно з ПСЕ (20°Т) і собівартість ЯСЕ є нижчою.

Досліджено вплив дози внесення вуглеводного компоненту на органолептичні показники сухих сумішей. Дані експериментальних досліджень наведено в таблиці 1.

Табл. 1

Органолептичні характеристики сухих молочно-вуглеводних сумішей

Назва вуглеводного компоненту	Доза вуглеводного компоненту, %	Назва показника	
		Смак і запах	Колір
ЯСЕ	2	Молочний з легким присмаком наповнювача ЯСЕ	Світло-кремовий
Сорго сироп		Молочний з легким присмаком наповнювача сорго	Кремовий
ЯСЕ	4	Молочний, солодкуватий, з присмаком наповнювача ЯСЕ	Світло-кремовий
Сорго сироп		Молочний, солодкуватий, з присмаком наповнювача сорго	Світло-кремовий
ЯСЕ	6	Молочний з вираженим смаком наповнювача ЯСЕ, відчувається незначна крупінчастість	Кремовий
Сорго сироп		Молочний з вираженим смаком наповнювача сорго, відчувається виражена крупінчастість	Виражений кремовий
Зовнішній вигляд і консистенція для всіх досліджуваних зразків: однорідний тонкодисперсний порошок.			

Як видно з таблиці, підвищення дози внесення ЯСЕ та сиропу сорго до 6% веде до появи незначної та вираженої крупінчастості, що є небажаним показником, оскільки погіршує смакові характеристики сухого продукту. Результати дослідження органолептичних показників отриманих зразків дозволяють стверджувати, що вміст ЯСЕ та сиропу сорго у рецептурі не повинен перевищувати 4%.

Досліджено вплив дози внесення вуглеводного компонента на фізико-механічні показники сухих сумішей. Отримані дані наведено в таблиці 2.

Табл. 2

Фізико-механічні показники сухих зразків

Показник	Вид та доза внесення вуглеводного компонента, %					
	ЯСЕ			Сорго сироп		
	2	4	6	2	4	6
Масова частка сухих речовин, %	97,00	96,60	95,00	97,00	96,27	96,76
Насипна щільність, г/см ³	0,38	0,42	0,42	0,38	0,39	0,42
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	0,1
Відносна швидкість розчинення, %	4,25	8,29	25,76	2,48	11,70	24,54

Відповідно до чинних вимог кінцевий вміст води в сухих продуктах повинен бути не більше 5% [6]. Встановлено, що за вмістом води сухі суміші не перевищували допустимі норми: масова частка води дослідних зразків була у межах від 2,7% до 5,0%.

Встановлено, що доза внесення вуглеводного компонента не погіршує показники індексу розчинності, авиходячи з результатів відносної швидкості розчинення, навіть дещо покращує розчинність сухих сумішей (табл.2).

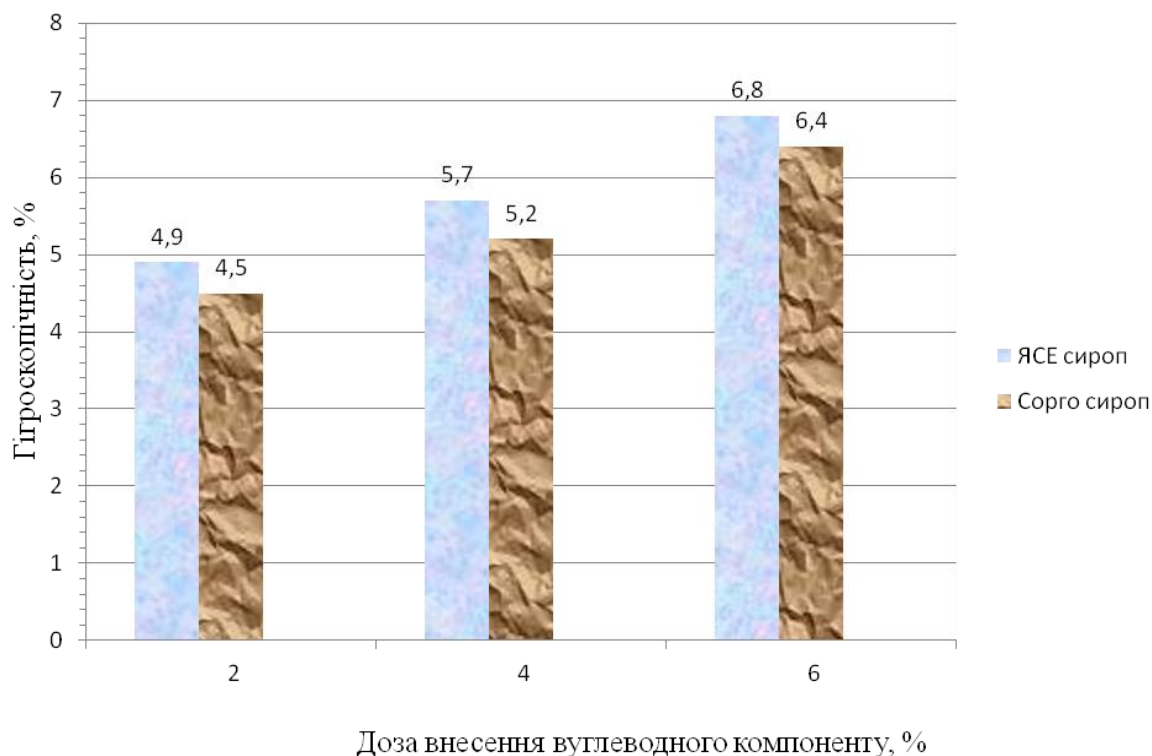


Рис.1. Вплив дози внесення вуглеводних компонентів на гігроскопічність свіжовироблених сухих продуктів.

Визначено, що у всіх дослідних зразках зі збільшенням дози внесення вуглеводного компонента спостерігається зростання показників насипної щільності. Найвищі показники насипної щільності ($0,42 \text{ г/см}^3$) були характерні для дослідних молочно-вуглеводних сумішей з ЯСЕ (6%) та із сиропом сорго (6%) відповідно.

Збільшення дози внесення ЯСЕ та сиропу сорго веде також до збільшення показників гігроскопічності продукту (Рис.1). Визначено, що в сумішах с ЯСЕ та сорго з підвищенням вмісту вуглеводного компонента від 2% до 6% показники гігроскопічності зростають в 1,3 та 1,4 рази відповідно.

Вивчено вплив дози внесення вуглеводного компонента на активну кислотність досліджуваних зразків. Отримані дані представлено на Рис. 2.

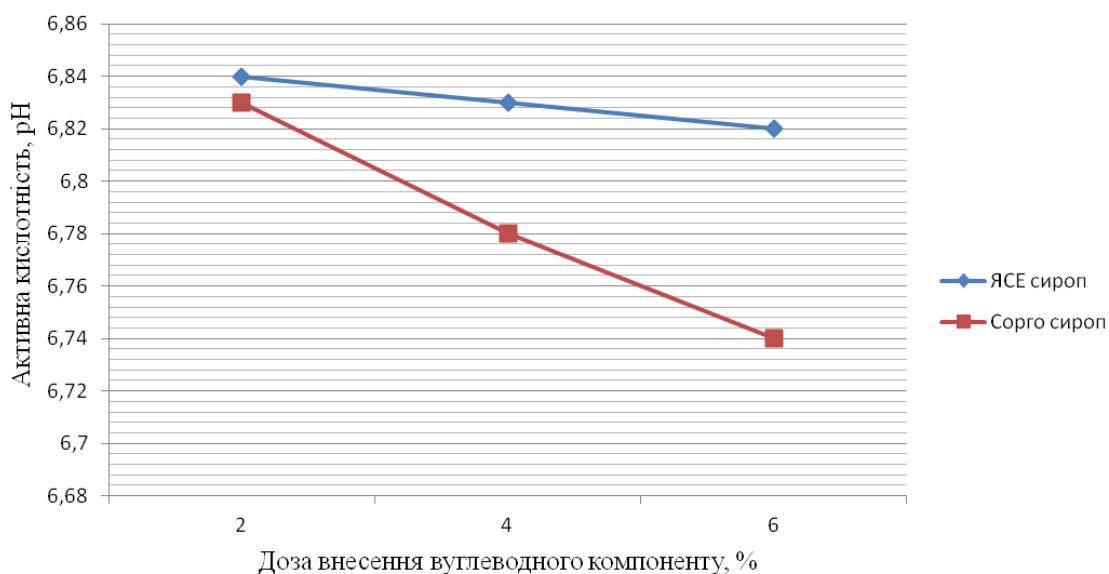


Рис. 2. Вплив дози внесення вуглеводного компонента на активну кислотність зразків.

Встановлено, що дози вуглеводного компоненту не мають суттєвого впливу на активну кислотність, що є позитивним фактором.

Аналізуючи одержані дані можна зробити висновок про доцільність застосування під час виробництва молочно-вуглеводних сумішей таких вуглеводних компонентів як ЯСЕ та сироп сорго (до 4%).

Вищезазначені вуглеводні компоненти можна використовувати, як повноцінну заміну цукру в рецептурах багатьох харчових продуктів, зокрема сумішей для коктейлів, морозива, у тому числі спеціального призначення (спортивного та дитячого харчування).

Отримані дані будуть використані під час розроблення нормативної документації на сухі суміші, зокрема для встановлення регламентованих показників якості.

Висновки

Збільшення в рецептурах модельних сумішей вмісту вуглеводних компонентів (ЯСЕ, сиропу сорго) у кількості понад 4% призводить до погіршення консистенції та смакових характеристик кінцевих продуктів.

Найвищі показники насипної щільності ($0,42 \text{ г/см}^3$) були характерні для дослідних молочно-вуглеводних сумішей з ЯСЕ (6%) та сиропом сорго (6%).

Показано, що в сумішах з ЯСЕ та сорго з підвищенням вмісту вуглеводного компоненту від 2% до 6% показники гігроскопічності зростають в 1,3 та 1,4 рази відповідно.

Досліджені вуглеводні компоненти можна використовувати як повноцінну заміну цукру в рецептурах багатокомпонентних сумішей, у тому числі спеціального призначення.

Використані джерела

1. Чекулаева Л.В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья/ Л.В. Чекулаева // - М.: ДеЛи принт, 2002.- 249 с.
2. Бурыкин А.И. Уравнение для контроля и управления влажностью продукта в процессе сушки/ А.И. Бурыкин // Молочная промышленность. – 2010.– № 11.– С. 36-37.
3. Липатов Н.Н. Восстановленное молоко / Н.Н. Липатов, К.И. Тарасов // – М. Агропромиздат, 1985. – 256с.
4. Ермолаев В.А., Реологические показатели сухих и восстановленных молочно-белковых концентратов/ В.А. Ермолаев, Д.В. Доня, А.В. Шилов //Сыроделие и маслоделие. – 2010.–№ 5.– С. 44–45.
5. Заец Н.Е. Равновесная влажность и микроструктура концентрата сухих белков подсырной сыворотки кондуктивной и распылительной сушки/ Н.Е. Заец, В.Н. Задорожная, П.Г. Нестеренко // Молочная промышленность.-1979.- №5.- С.36-37.
6. Современные направления в области распылительной сушки молочной сыворотки. Обзорная информация. Маслодельная и сыродельная промышленность., -М. -1979.- 27с.
7. Липатов Н.Н. Сухое молоко / Н.Н. Липатов, В.Д. Харитонов // М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.-264 с.
8. Алексанян И.Ю. Математическое моделирование тепломассопереноса при распылительной сушке растительных экстрактов/ И.Ю. Алексанян, Ю.А. Максименко, Ю.С. Феклунова// Вестн. Астрахан. гос.техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2013. – №1. – С.9-13.
9. Dobry D.E. A model-based methodology for spraydrying process development/ D.E. Dobry, D.M. Settel, J.M. Baumann, R.J.Ray, L.J., Graham, R.A. Beyerinck //J. Pharm. Innov., 2009, no. 4(3), pp. 133–142.
10. Мусина О.Н. Сухие молочные продукты/ О.Н. Мусина// Переработка молока.- 2009.- №7.- С.38-39.
11. Fernandes, R.V.B. Influence of spray drying operating conditions on microencapsulated rosemary essential oil properties /R.V.B. Fernandes, S.V. Borges, D.A. Botrel // Cienc. Tecnol. Aliment. – Campinal, 2013. – 33. – P. 171–178.
12. Aundhia, C.J. Spray Drying in the Pharmaceutical Industry – A Review / C.J. Aundhia, J.A. Raval, M.M. Patel, N.V. Shah, S.P. Chauhan, G.U. Sailor, A.R. Javia, R.A. Mahashwari // Indo American Journal of Pharmaceutical Research. – 2011. – P. 125–138.

13. Semyonov, R.Sh. Using ultrasonic vacuum spray dryer to produce highly viable dry probiotics / R.Sh. Semyonov // LWT – Food Science and Technology. – 2011. – V. 44(9). – P. 1844–1852.
14. Ємельянова Н.О., Гречко Н.Я., Кошова В.М., Суходол В.Х. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного суслу і квасу/ Н.О. Ємельянова, Н.Я. Гречко, В.М. Кошова, В.Х. Суходол // – К.: ІСДО, 1994. – 162 с.
15. Лукьянова Е.М., Самборская Е.П., Гутман Л.Б. Новые продукты диетического и лечебного питания для беременных женщин и детей / Е.М. Лукьянова, Е.П. Самборская, Л.Б. Гутман // Под ред. Е.М. Лукьяновой. – К.: Наукова думка, 1991. – 144 с.
16. Режим доступу до журн.: http://_www.pizzagoon.com/tag/starline-organics
17. Режим доступу до журн.: <http://www.seryogina.ru/article/sirop-sorgo>
18. ДСТУ 8574:2015 Продукты молочні. Методи визначення масової частки вологи в молочних сухих і згущених продуктах та молоковісних консервах. -К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016.-11с.
19. ГОСТ 30305.4-95 Продукты молочные сухие. Методика выполнения измерений индекса растворимости. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. – 6с. (Переиздание, СТАНДАРТИНФОРМ, 2008 г.)
20. ДСТУ 4556:2006 Молоко сухе швидкорозчинне. Технічні умови. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2007. – 14 с.
21. ДСТУ 8551:2015 Консерви молочні згущені та продукти молочні сухі. Визначання кислотності потенціометричним та титриметричним методами.-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 12 с.
22. ДСТУ 7644:2014 Продукты молочні сухі. Метод визначення насипної щільності. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 6с.
23. Ганзенко В.В. Розробка технології виробництва кормових продуктів з бобів сої: дис....канд.техн.наук: 05.18.01 / Валентина Васильевна Ганзенко.- Київ: Національний університет харчових технологій МОН України, 2008. – 182 с.

References

1. Chekulaeva L.V. Tehnologija produktov konservirovanija moloka i molochnoho syr'ja/ L.V. Chekulaeva // - M.: DeLi print, 2002.- 249 s.
2. Burykin A.I. Uravnenie dlja kontrolja i upravlenija vlazhnost'ju produkta v processe sushki/ A.I. Burykin // Molochnaja promyshlennost'. – 2010.–№ 11.– S. 36-37.
3. Lipatov N.N. Vosstanovlennoe moloko / N.N. Lipatov, K.I. Tarasov // –M. Agropromizdat, 1985. -256s.
4. Ermolaev V.A., Reologicheskie pokazateli suhих i vosstanovlennyh molochno-belkovyh koncentratov/ V.A. Ermolaev, D.V. Donja, A.V. Shilov //Syrodelie i maslodelie. – 2010.–№ 5.– S. 44–45.
5. Zaec N.E. Ravnovesnaja vlazhnost' i mikrostruktura koncentrata suhих belkov podsyрноj syvorotki konduktivnoj i raspylitel'noj sushki/ N.E. Zaec, V.N. Zadorozhnaja, P.G. Nesterenko // Molochnaja promyshlennost'.-1979.- №5.- S.36-37.
6. Sovremennye napravlenija v oblasti raspylitel'noj sushki molochnoj syvorotki. Obzornaja informacija. Maslodel'naja i syrodel'naja promyshlennost'. , -M. -1979.- 27s.
7. Lipatov N.N. Suhoe moloko / N.N. Lipatov, V.D. Haritonov // M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981.-264 s.
8. Aleksanjan I.Ju. Matematicheskoe modelirovanie teplomassoperenosa pri raspylitel'noj sushke rastitel'nyh ekstraktov/ I.Ju. Aleksanjan, Ju.A. Maksimenko, Ju.S. Feklunova// Vestn. Astrahan. gos.tehn. un-ta. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika.- 2013.- №1.- S.9-13.
9. Dobry D.E. A model-based methodology for spraydrying process develoment/ D.E. Dobry, D.M. Settler, J.M. Baumann, R.J.Ray, L.J., Graham, R.A. Beyerinck //J. Pharm. Innov., 2009, no. 4(3), pp. 133–142.
10. Musina O.N. Suhie molochnye produkty/ O.N. Musina// Pererabotka moloka.- 2009.- №7.- S.38-39.

11. Fernandes, R.V.B. Influence of spray drying operating conditions on microencapsulated rosemary essential oil properties /R.V.B. Fernandes, S.V. Borges, D.A. Botrel // *Cienc. Tecnol. Aliment.* – Campinas, 2013. – 33. – P. 171–178.
12. Aundhia, C.J. Spray Drying in the Pharmaceutical Industry – A Review / C.J. Aundhia, J.A. Raval, M.M. Patel, N.V. Shah, S.P. Chauhan, G.U. Sailor, A.R. Javia, R.A. Mahashwari // *Indo American Journal of Pharmaceutical Research.* – 2011. – P. 125–138.
13. Semyonov, R.Sh. Using ultrasonic vacuum spray dryer to produce highly viable dry probiotics / R.Sh. Semyonov // *LWT – Food Science and Technology.* – 2011. – V. 44(9). – P. 1844–1852.
14. Emel'janova N.O., Grechko N.Ja., Koshova V.M., Suhodol V.H. Tehnologija solodovih ekstraktiv, koncentrativ kvasnogo shhepa i kvasu/ N.O. Emel'janova, N.Ja. Grechko, V.M. Koshova, V.H. Suhodol // – K.: ISDO, 1994. – 162 s.
15. Luk'janova E.M., Samborskaja E.P., Gutman L.B. Novye produkty dieticheskogo i lechebnogo pitaniya dlja beremennyh zhenshhin i detej / E.M. Luk'janova, E.P. Samborskaja, L.B. Gutman //Pod red. E.M. Luk'janovoj. – K.: Naukova dumka, 1991. – 144 s.
16. Internet-resurs: www.pizzagoon.com/tag/starline-organics.
17. Internet-resurs : www.seryogina.ru/article/sirop-sorgo.
18. DSTU 8574:2015 Produkty molochni. Metody vyznachennia masovoi chastky volohy v molochnykh sukhykh i zghushchenykh produktakh ta molokovmisnykh konservakh.
19. HOST 30305.4-95 Продукты молочные сухие. Методыка выполнения yzmerenyi yndeksa rastvorymosty.
20. DSTU 4556:2006 Moloko sukhe shvydkorozhynne. Tekhnichni umovy.
21. DSTU 8551:2015 Konservy molochni zghushcheni ta produkty molochni sukhi. Vyznachannia kyslotnosti potentsiometrychnym ta tytrometrychnym metodamy.
22. DSTU 7644:2014 Produkty molochni sukhi. Metod vyznachennia nasypnoi shchilnosti.
23. Hanzenko V.V. Rozrobka tekhnolohii vyrobnytstva kormovykh produktiv z bobiv soi: dys..kand..tekhn.nauk: 05.18.01 /V.V.Hanzenko.- Kyiv: Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii MON Ukrainy, 2008.