УДК 664.8.047.014

СТВОРЕННЯ НОВИХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ ОТРИМАННЯ ЯКІСНИХ ФОЛАТОВМІСНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРОШКІВ

Ю.Ф. Снєжкін, Ж.О. Петрова, В.М. Пазюк, В.В. Дуб

Запропоновано теплотехнологію отримання фолатовмісних порошків, направлену на збереження вмісту фолатів і зниження енергетичних витрат на попередню підготовку сировини та сушіння; заходи зі стабілізації фолатовмісної сировини за рахунок уведення до складу композицій сировини з високим вмістом вітаміну С, що дозволяє зменшити втрати фолатів без попередньої обробки сировини. Підбір композицій покращує органолептичні та фізико-хімічні показники харчових порошків і продуктів із них.

Ключові слова: *фолати, теплотехнології, сушіння, енергозбереження, порошки, якість.*

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ФОЛАТСОДЕРЖАЩИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ

Ю.Ф. Снежкин, Ж.А. Петрова, В.М. Пазюк, В.В. Дуб

Предложена теплотехнология получения фолатсодержащих порошков, направленная на сохранение в них высокого содержания фолатов и уменьшение энергетических затрат на подготовку сырья и процесс сушки; меры по стабилизации фолатсодержащего сырья за счет введения в состав композиций сырья с высоким содержанием витамина С, что позволяет уменьшить потери фолатов без предварительной обработки сырья. Подбор композиций улучшает органолептические и физико-химические показатели пищевых порошков и продуктов из них.

Ключевые слова: *фолаты, теплотехнологии, сушка, энергоэффективность, порошки, качество.*

CREATING NEW THERMOTEHNOLOGI OBTAINING QUALITY FOLATE CONTAINING FUNCTIONAL POWDERS

Y. Snegkin, Z. Petrova, V. Pazyuk, V. Dub

The use of new technological approaches to solving problems associated with obtaining high quality powders containing folate. The result is a energy-efficient technologies to reduce the cost of heat in the processes of preparation and drying of raw materials. The proposed measures to stabilize folate containing raw materials by introducing a raw material compositions high in vitamin C, folate can reduce the loss of

© Снєжкін Ю.Ф., Петрова Ж.О., Пазюк В.М., Дуб В.В., 2016

raw materials without pretreatment. Selection of compositions improves the organoleptic and physical-chemical properties of food powders and products from them.

The base of folate containing is a green pea, an asparagus bean, a spinach with adding a zucchini, an apple and onion. The green pea clicks at the special machines and cut the asparagus bean, the spinach, the apples and the zucchini 0,5×0,5 centimeters. According to literature date, the green pea, the asparagus bean and the spinach always blanch before drying. The reason of blanching is to increase the flexible of fruit tissue, to inactivate enzymes, to improve the penetration of the fruits outer and to delete the air from the tissue.

Based on the features of folate contains, the green pea and the asparagus been was blanching for 2 minutes at the temperatures of 85…90º C in soft modes. The spinach was soaking for 5 minutes at the temperature of 20…25º C in the water. There are minimum loss of vitamins and other bioactive substances in such modes. We are adding raw ascorbic acid to folate contains in proportion 2:1in order to stabilize folates.

By using suggested technology of previous processing (3, 4) the researching of folate contains showed the level of folate among the others modes.

It was created a composition for stabilizing folate in folate contains called "asparagus been-onion". The researching of drying "asparagus been-onion" was carried out at convective drying stend with temperature changes of heating medium from 60…100º C.

The temperature rise of heating medium significantly intensifies the process of drying folate contains material. So increasing temperature degrees from 60 till 70º C reduce the period of drying at 21% in folate contains composition "asparagus been – onion" (picture 2a).

The maximum speed of drying with temperature in 100º C in the mix "asparagus-onion" is 28%/hour, what is in 1,75 more than drying mode with 60º C (picture 2b).

A choice of drying mode first of all connected with quality value of conservation on folates after drying. The researching of temperature influence of heating medium during drying on contents of folates in the asparagus been and in composition "asparagus been – onion" is showed at picture 3. The increasing temperature of heating medium also makes negative influence on the asparagus been because 72% is lost with 80 ºC, and further temperature increasing till 100º C makes 91% of losses.

Designed composition of folate contain and drying modes help to save the contents of folates to 31% after drying. The contents of folates is 71% when temperature of heating medium is 60º C in dried composition, with the temperature increasing from 80º C till 100º C this degree decreases till 48% and 18%.

In comparison with mono raw materials the folate containing save in composition even when the temperature of heating medium rises. The conducted researches have shown that the temperature and components of the composition influence on stability of the folates during the drying.

Keywords: *folate, heat technologies, drying, energy efficiency, powders, quality.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Значна кількість сучасних харчових продуктів унаслідок рафінування, дистиляції, перекристалізації, консервування та інших технологічних процесів позбавлена багатьох біологічно активних інгредієнтів.

Фізіологічно нормальне харчування це забезпечення необхідною кількістю енергії із компонентів їжі (головним чином вуглеводів і жирів), повноцінним уживанням незамінних амінокислот (у вигляді білка), незамінних жирних кислот, вітамінів і мінеральних речовин. Для нормального росту та метаболізму людський організм повинен регулярно отримувати кожний біологічно фізіологічний компонент із їжею. Якщо надходження будь-якого харчового компонента порушується, то це призводить до фізіологічних розладів і хвороб. Надлишок нутрієнтів також може викликати нездужання.

Фолат (фолієва кислота) – один із вітамінів групи В, що міститься в зелених овочах, бобових і деяких плодах, молоці й печінці. Дефіцит фолієвої кислоти викликаний недотриманням дієти або поганим всмоктуванням її в організмі людини. Недоліком сучасних традиційних технологій отримання таких продуктів є суттєві втрати вітаміну B_9 під час переробки, що призводить до погіршення якості кінцевого продукту. У зв'язку з цим актуальною є розробка таких технологій, які б максимально зберігали якість фолатовмісної сировини під час переробки. Фолієва кислота легко руйнується під час термічної обробки продуктів за температури 100º С протягом 20 хв [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фолієва кислота в природі не зустрічається – її отримують промисловим способом. В природі існують її форми у вигляді похідних, які мають назву фолати або фолаціни, які містять одну або декілька з'єднаних молекул глютамінової кислоти.

Фолієва кислота розпадається під дією окисника та відновника. На її стабільність дуже впливає сонячне світло, а зокрема, ультрафіолетове випромінювання. Розщеплення під дією сонячного світла в присутності рибофлавіна відбувається швидше. Цю реакцію можна пригальмувати шляхом додавання до розчинів, які містять фолієву кислоту, рибофлавіну [2].

Вживання фолатів менше 200 мкг/добу призводить до ризику захворювань деяких видів раку та дефектів неаврального трубки плоду, доза 500 мкг/добу буде достатньою для запобігання цих захворювань.

Дослідження вживання фолата показали зниження ризику раку легенів [2], можливо пухлини мозку [3; 4], раку шлунку [5; 6]. Куріння та алкоголь знижує метаболізм фолата в організмі [7; 8].

Мета статті – дослідження технологічних властивостей фолатовмісної сировини, покращення якості порошків і створення енергоефективного технологічного процесу отримання фолатів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запропонована теплотехнологія отримання якісного фолатовмісного порошку передбачає такі технологічні операції: миття, нарізання, дозування, попередня обробка сировини (бланшування), сушіння, диспергування, класифікація та пакування порошку.

Зменшення енергетичних витрат і втрат фолатів за розробленою теплотехнологією в Інституті технічної теплофізики НАН України, відбувається на стадії попередньої підготовки сировини (створення фолатовмісних композицій) із застосуванням м'яких режимів сушіння.

Для стабілізації фолатів фолатовмісну сировину потрібно поєднувати із сировиною, яка має високий вміст вітаміну С. Основою фолатовмісних композицій є зелений горошок, спаржева квасоля, шпинат, до них додають кабачок, яблуко та цибулю. Зелений горошок лущать на лущильних машинах, а спаржеву квасолю, шпинат, яблуко, кабачок та цибулю нарізають кубиками 0,5х0,5 см. Перед сушінням зелений горошок, спаржеву квасолю, шпинат, відповідно до літературних даних, обов'язково бланшують.

Мета бланшування – збільшити еластичність плодової тканини, інактивувати ферменти, підвищити проникність зовнішніх шарів плоду, видалити повітря з тканин [9].

З огляду на особливості фолатовмісної сировини зелений горошок, спаржеву квасолю бланшували за м'яких режимів при температури 85…90º С протягом 2 хв. Шпинат замочували у воді протягом 5 хв, температура води 20…25º С. За таких режимів відбуваються мінімальні втрати вітамінів та інших біологічно активних речовин. Після бланшування до фолатовмісної сировини додаємо сировину з аскорбіновою кислотою у співвідношенні 2:1 для стабілізації фолатів.

На рис. 1 представлено вміст фолатів у сирій, обробленій і висушеній після підготовки сировині. Дослідження попередньої теплової обробки фолатовмісної сировини засвідчили високий вміст фолатів за запропонованою технологією попередньої обробки (3, 4) порівняно з існуючими режимами (5) (рис. 1).

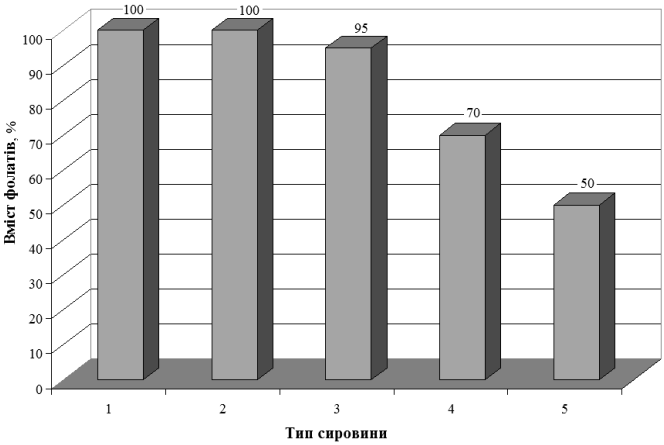


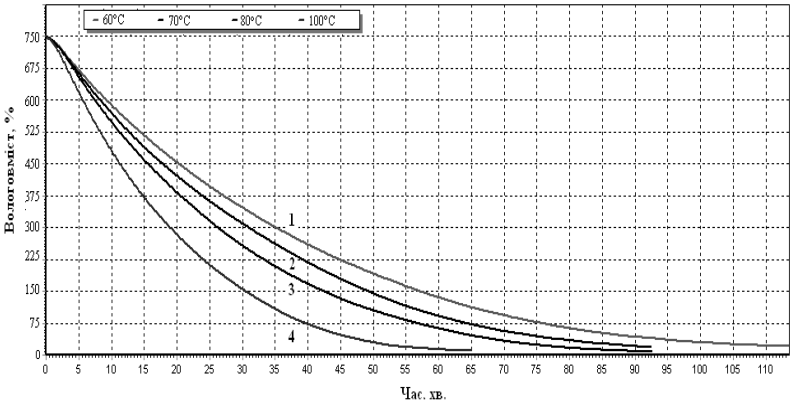
Рис. 1. Вміст фолатів залежно від виду обробки та типу сировини: 1 – вихідна сировина шпинат; 2 – вихідна сировина шпинат–яблуко; 3 – гігротермічна обробка шпинату; 4 – сушіння шпинатно-яблучної композиції з гігротермічною обробкою шпинату; 5 – сушіння шпинату за температури 60º С

Як бачимо з рисунка 1, якщо вміст фолатів вихідної сировини прийняти за 100% (1), то втрати під час підготовки сировини становлять лише 5%. Основні втрати відбуваються під час дії теплоносія на сировину. Створення композиції шпинату з яблуком (4) дає можливість зменшити втрати фолатів без попередньої обробки фолатовмісної сировини на 20% на відміну від сушіння шпинату за температури 60º С (5).

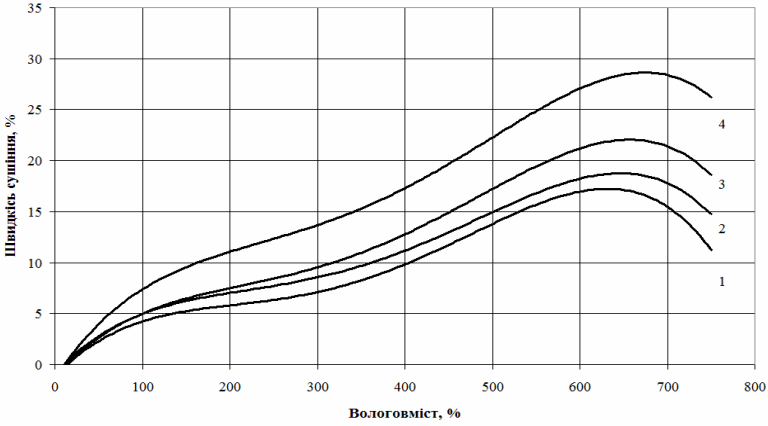
Для стабілізації фолатів у фолатовмісній сировині було розроблено композицію «спаржева квасоля–цибуля». Дослідження сушіння композиції «спаржева квасоля–цибуля» проводились на конвективному сушильному стенді зі зміною температури теплоносія від 60 до 100º С (рис. 2).

Підвищення температури теплоносія значно інтенсифікує процес сушіння фолатовмісної сировини. Так, підвищення температури від 60 до 70º С зменшує тривалість сушіння на 21% у фолатовмісній композиції «спаржева квасоля–цибуля» (рис. 2а) [10].

Максимальна швидкість сушіння за температури 100º С у суміші «спаржева квасоля–цибуля» – 28%/хв, що в 1,75 разу вище за режим сушіння 60º С (рис. 2б).



а



б

Рис. 2. Вплив температури теплоносія на кінетику сушіння фолатовмісної композиції «спаржева квасоля із цибулею» (2:1) у шарі δ = 10 мм за $W_к^c$ = 8%; *V* = 3,5 м/с; *d* = 10 г/кг с.п.: 1 – 60° С; 2 – 70 ° С; 3 – 80° С; 4 – 100° С

Вибір режиму сушіння насамперед пов'язаний із якісними показниками збереження фолатів після сушіння. Дослідження впливу температури теплоносія під час сушіння на вміст фолатів у спаржевій квасолі та в композиції «спаржева квасоля–цибуля» показано на рис. 3. Так, підвищення температури теплоносія негативно впливає на фолієву кислоту, і в спаржевій квасолі вже за 80° С втрачається близько 72%, а подальше збільшення до 100° С призводить до 91% втрат (рис. 3).

Розроблені композиції фолатовмісної сировини та режими сушіння дозволили зберегти вміст фолатів після сушіння на 31%. У висушеній композиції за температури теплоносія 60º С вміст фолатів становить 71%, із підвищенням температури до 80 та 100º С цей показник зменшується до 48 та 18%.

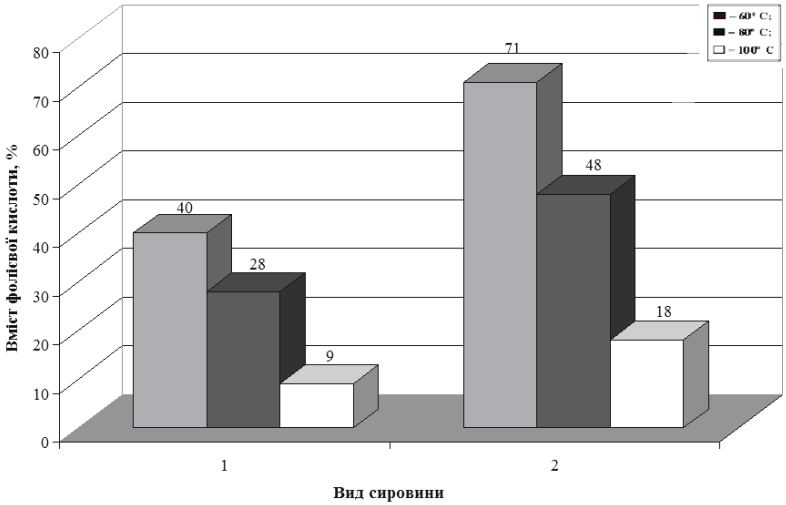


Рис. 3. Збереження фолієвої кислоти залежно від типу фолатовмісної сировини та температури теплоносія: 1 – спаржева квасоля; 2 – спаржева квасоля–цибуля; ▒ – 60º С; ■ – 80º С; □ – 100º С

Порівняно з моносировиною в композиції зберігається вміст фолатів навіть за умови збільшення температури теплоносія. Проведені дослідження показали, що на стабільність фолатів під час сушіння впливають температура та складові композиції (рис. 4).

На стабільність фолатів впливають температурний чинник та активність компонентів композиційної сировини. Природним стабілізатором фолатів є аскорбінова кислота, тому створювали композиції з відповідної сировини. Розроблена теплотехнологія отримання фолатовмісних порошків забезпечила стабілізацію на 20% фолатів під час підготовки та сушіння сировини за зменшення енергетичних витрат на сушіння від 30 до 49% [11].

У таблиці наведено органолептичні показники функціональних порошків, які відповідають розробленим затвердженим нормативним документам, колір, смак, запах властивий цій сушеній сировині.

Рис. 4. Напрями збереження фолатів під час сушіння фолатовмісної сировини

Розроблені порошки мають дисперсність менше 0,5 мм. Якщо порошки використовуються як натуральні барвники, то їх дисперсність $d \leq 0{,}16$ мм. Під час виробництва морозива та кондитерських виробів використовується дисперсність 0,25 мм. Ця суміш однорідна, має смак і колір вихідної сировини, що свідчить про її високу якість.

Таблиця

Органолептичні показники функціональних порошків

Показник	Характеристика порошків
Зовнішній вигляд і консистенція	Порошкоподібна суміш, однорідна, без сторонніх домішок, допускається наявність легкорозчинних грудок
Дисперсність	< 0,5 мм
Колір	Властивий цій сушеній сировині
Запах	Властивий цій сушеній сировині, без сторонніх запахів
Смак	Присмак сушеної сировини з овочів і фруктів, із яких отриманий порошок без сторонніх домішок

Висновки. Створено рослинні композиції та розроблено режими сушіння на основі спаржева квасоля–цибуля, що дозволяють зберегти фолати на рівні 71%, а також розроблено технологію отримання функціональних фолатовмісних порошків для додавання їх у різні харчові продукти.

Список джерел інформації / References

1. Оттавей П. Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технологии, безопасность и нормативная база] / П. Б. Оттавей ; [пер. с англ.]. – СПб. : Профессия, 2010. – 312 с.

Ottavey, P.B. (2010), *Enrichment of products and biologically active additives: Technologies, safety and normative base [Obogaschenie pischevyh produoktow i biologicheski aktivnye dobavki: tehnologii, bezopasnost I normativnaya baza]*, Proffesion, Snt-Ptb, 312 p.

2. Smithels, R.W., Sheppard, S., Schorah, C.J., Seller, M.J., Nevin, N.C., Harris, R., Read, A.P., Fielding, D.W. (1980), "Possible prevention of neural tube defects by periconceptional vitamin supplementation", *Lancet*, pp. 339-340.

3. Stein, Z., Susser, M., Gerhart, S., Marolla, F. (1975), *Famine and Human Development: The Dutch Hunger Winter of 1944–1945*, Oxford University Press, London.

4. Hibbard, E.D., Smithels, R.W. (1965), "Folic acid metabolism and human embryopathy", *Lancet*, 1254 p.

5. Beck, F. (1983), *The use of whole embryo culture of the rat in experimental study of human birth defects. In: Dobbing J (ed) Prevention of Spina Bifida and other Neural Tube Defects*, Academic Press, London, pp. 3-40.

6. Smithels, R.W., Sheppard, S., Schorah, C.J., Seller, M.J., Nevin, N.C., Harris, R., Read, A.P., Fielding, D.W. (1981), "Apparent prevention of neural tube defects by periconcetional vitamin supplementation", *Arch Disease in Childhood*, pp. 911-918.

7. Schorah, C.J., Wild, J., Hartley, R., Sheppard, S., Smithells, R.W. (1983), "The effect of periconcetional supplementation on blood vitamin concentrations in women at recurrence risk for neural tube defect", *Br J Nutr*, pp. 203-211.

8. Smithells, R.W., Sheppard, S., Wild, J., Schorah, C.J. (1989), "Prevention of neural tube defects recurrences in Yorkshire: final report", *Lancet*, pp. 489-499.

9. Избасаров Д. С. Сушка пищевых растительных материалов / Д. С. Избасаров. – Алматы, 1999. – 247 с.

Izbasarov, D.S. (1999), *Drying of food plant materials* [*Sushka pischevyh materialov*], Almaty, 247 p.

10. Експериментальне дослідження сушіння капілярно-пористих матеріалів / К. М. Назаренко, Ю. Ф. Снєжкін, О. Г. Зубрій, Ж. О. Петрова // Керамика: наука и жизнь. – 2009. – № 2. – С. 14–17.

Nazarenko, K.M., Snezhkin, U.F., Zubriy, O.G., Petrova, Z.O. (2009), "Experimental study of drying of capillary-porous materials" ["Experimentalne doslidzhennya sushinya kapilyarno-porystyh materialiv"], *Ceramic: Sience and life*, No. 2, pp. 14-17.

11. Технічні умови ТУ У 10.3-05417118-046:2012. Порошки фолатовмісні з рослинної сировини.

Specifications 10.3-05417118-046:2012. "Powders from gold-herbal products" [Tehnichni umovy TU U 10.3-05417118-046:2012. "Poroshky folatovmisni z roslinoyi syrovyny"].

Снєжкін Юрій Федорович, чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф., директор Інституту технічної теплофізики НАН України. Адреса: вул. Булаховського, 2, м. Київ, Україна, 03164. Тел.: (044)424-15-26; e-mail: ittf_ntps@ukr.net.

Снежкин Юрий Федорович, чл.-кор. НАН Украины, д-р техн. наук, проф., директор Института технической теплофизики НАН Украины. Адрес:

ул. Булаховского, 2, г. Киев, Украина, 03164. Тел.: (044)424-15-26; e-mail: ittf_ntps@ukr.net.

Snegkin Juriy, member of. Kor. NAS of Ukraine, Professor, Director of the Institute of technical thermal physics NAS of Ukraine, Institute of technical thermal physics NAS of Ukraine. Address: Bulakhovskogo str., 2, Kyiv, Ukraine, 03164. Tel.: (044)424-15-26; e-mail: ittf_ntps@ukr.net.

Петрова Жанна Олександрівна, д-р техн. наук, гол. наук. співроб., відділ НТПС Інституту технічної теплофізики НАН України. Адреса: вул. Булаховського, 2, м. Київ, Україна, 03164. Тел.: (044)424-96-38; e-mail: bergelzhanna@ukr.net.

Петрова Жанна Александровна, д-р техн. наук, гл. науч. сотр., отдел НТПС Института технической теплофизики НАН Украины. Адрес: ул. Булаховского, 2, Киев, Украина, 03164. Тел.: (044)424-96-38; e-mail: bergelzhanna@ukr.net.

Petrova Zhanna, chief researcher of the Institute of technical thermal physics NTPS NAS of Ukraine, Institute of technical thermal physics NAS of Ukraine. Address: Bulakhovskogo str., 2, Kyiv, Ukraine, 03164. Tel. (044)424-96-38; e-mail: bergelzhanna@ukr.net.

Пазюк Вадим Михайлович, канд. техн. наук, доц., кафедра ПОПХВ ім. П.С. Берника, Вінницький національний аграрний університет. Адреса: вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008. Тел.: (0432)385890; e-mail: vadim_pazuk@mail.ru.

Пазюк Вадим Михайлович, канд. техн. наук, доц., кафедра ПОПХВ им. П.С. Берника, Винницкий национальный аграрный университет. Адрес: ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008. Тел.: (0432)385890; e-mail: vadim_pazuk@mail.ru.

Pazyuk Vadim, candidate of sciences (comparable to the academic degree of Doctor Philosophy, Ph.D.), associate professor of of POPHV Vinnytsia National Agrarian University. Address: Sonjachna str. 3, Vinnitsa, Ukraine, 21008. Tel.: 0962235306; e-mail: vadim_pazuk@mail.ru.

Дуб Володимир Васильович, канд. техн. наук, доц., кафедра устаткування харчової та готельної індустрії ім. М.І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-10; e-mail: vvdub7@gmail.com.

Дуб Владимир Васильевич, канд. техн. наук, доц., кафедра оборудования пищевой и гостиничной индустрии им. М.И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-10; e-mail: vvdub7@gmail.com.

Dub Volodymyr, candidate of sciences (comparable to the academic degree of Doctor Philosophy, Ph.D.), associate professor of Department of the food and hotel industry equipment of M.I. Belyaev, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkovsky str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-10; e-mail: vvdub7@gmail.com.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.
Отримано 15.03.2016. ХДУХТ, Харків.