

Секція 2. ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

UDC 635.076.001.73

PROSPECTS FOR THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGIES FOR THE PROCESSING OF DAIRY RAW MATERIALS

**G. Deynichenko, V. Guzenko, D. Dmytrevskiy,
L. Tsvirkun, T. Kravchenko**

The article is devoted to the issue of using membrane processes in the processing of dairy raw materials in order to create resource-saving technologies and to improve technical equipment for the production of concentrates from secondary dairy products. The application of membrane technologies in the dairy industry is analyzed. The results of analytical research concerning the possibility of producing dairy products from secondary raw materials with the use of ultrafiltration at the food industry along with the production of traditional whole milk products are presented.

Keywords: *membrane, process, process, technology, milk, raw material, industry.*

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

**Г.В. Дейниченко, В.В. Гузенко, Д.В. Дмитревський,
Л.О. Цвіркун, Т.В. Кравченко**

Розглянуто питання використання мембранних процесів під час обробки молочної сировини з метою створення ресурсозбережних технологій та вдосконалення технічного оснащення виробництва концентратів із вторинної молочної продукції. Проаналізовано застосування мембранних технологій у молочній галузі харчової промисловості. Мембранні процеси дозволяють розробити нові технологічні підходи до переробки молока в цільномолочну продукцію з комплексним використанням сировини. Концентрування білкової складової в знежиреному молоці без збільшення концентрації лактози і мінеральних солей дозволяє стандартизувати в молоці вміст жиру і білка. Подано аналіз і характеристику схеми сучасних напрямів використання мембранних процесів із визначенням можливості розробки

© Дейниченко Г.В., Гузенко В.В., Дмитревський Д.В., Цвіркун Л.О., Кравченко Т.В., 2019

ресурсозбережних технологій для отримання нової молочної продукції підвищеної якості на підприємствах із переробки молока та молочних продуктів. Подано результати аналітичних досліджень щодо можливості виробництва молочних продуктів із вторинної сировини (тверді та м'які сири, десерти, йогурти, кисломолочні сири, сирні пасти) з використанням ультрафільтрації на підприємствах харчової промисловості поряд із виробництвом традиційної продукції з незбираного молока. Основними завданнями застосування ультрафільтрації в сироварінні є попереднє концентрування білків у молоці для виробництва традиційних видів сиру, значна зміна співвідношення між білками й іншими компонентами для створення нових видів сиру, нормалізація молока за білком для забезпечення однорідності й відтворюваності властивостей отриманого сиру, незалежно від сезону, виділення сироваткових білків із підсирної сироватки, з метою отримання білкових концентратів і лактозного розчину. Теоретичні дослідження і ґрунтовний практичний матеріал дозволяють зробити висновок, що застосування напівпроникних мембран може дати значний економічний ефект на виробництві, відкрити широкі можливості для створення принципово нових, простих, ресурсозбережних і екологічно чистих технологій.

Ключові слова: мембрана, процес, технологія, молоко, сировина, промисловість.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ MEMBRАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

**Г.В. Дейниченко, В.В. Гузенко, Д.В. Дмитревский,
Л.А. Цвиркун, Т.В. Кравченко**

Дан анализ существующих технологий по переработке молочного сырья. Рассмотрен вопрос внедрения безотходных технологий в сферу мембранной обработки пищевых жидкостей животного происхождения (молочного сырья). Проанализировано применение мембранных технологий в молочной отрасли пищевой промышленности. Предложены перспективные направления создания ресурсосберегающих процессов и оборудования в сфере мембранной обработки молочного сырья и создания безотходных технологий в изготовлении разнообразной питательной молочной продукции. Определены преимущества и недостатки внедрения средств усовершенствования мембранных методов обработки молочного сырья.

Ключевые слова: мембрана, процесс, технология, молоко, сырье, промышленность.

Statement of the problem. Nowadays in the chemical and petrochemical industries, membrane methods are used to separate azeotropic mixtures, purify and concentrate solutions, purify or isolate macromolecular compounds from solutions containing low molecular weight components and

so on. In biotechnology and medical industry – for isolation and purification of biologically active substances, vaccines, enzymes, etc. In the food industry – for the concentration of fruit juices, wine materials, plant extracts, water purification and more. The most widespread use of membrane processes found in the dairy industry in the processing of secondary dairy raw materials and production of dairy products [1].

Investigations and practical material allow to conclude that the use of semi-permeable membranes can have a significant economic impact on existing industries, open up great opportunities for the creation of fundamentally new, simple, resource-saving and environmentally friendly technologies.

Review of the latest research and publications. Ultrafiltration has a wide range of applications related to the tasks of separating high molecular weight components from low molecular weight raw materials. The same problems can be found in food and processing industries, pharmaceuticals, textile and chemical industries, metallurgy, paper production, and leather goods. Application examples of ultrafiltration in the food and processing industries are the concentration of milk and cheese materials, the extraction of whey proteins, potato starch and potato proteins, the concentration of egg products, as well as the clarification of fruit juices and alcoholic drinks [2].

For the concentration of raw materials at various enterprises of the dairy industry, membrane processes are widely used under the influence of differential pressure and influence of other external factors. Particle or molecule size and the chemical properties of the separable fluid, determine the structure of the membrane, namely the size of the pores that determine its type to separate the mixture. Therefore, there is a need for theoretical research and analysis of the use of the process of ultrafiltration (UF) and ultrafiltration membranes for the production of food using concentrates of secondary dairy raw materials [3].

The objective of the research is the analysis of the existing main directions and prospects of application of membrane separation methods for processing of secondary dairy raw materials in order to create advanced technologies and technical equipment for the production of concentrated dairy semi-finished products.

Presentation of the research material. The present state of the use of ultrafiltration in the processes of dairy raw materials processing is presented. Milk processing concept using UF is presented in Fig. 1 [4].

The figure shows that membrane processes allow to develop new technological approaches in the processing of milk into whole milk products with integrated use of raw materials. Concentration of the protein component in skim milk without increasing the concentration of lactose and

mineral salts makes it possible to standardize the content of both fat and protein in milk. Concentrate with high protein content is used to produce cheese, sour cheese, casein and caseinates, milk powder. The lactose contained in the filtrate is concentrated by reverse osmosis and dried. According to [5], the use of UV for the concentration of skim milk in the production of cheese allows to increase the yield of the finished product by 15–20%.

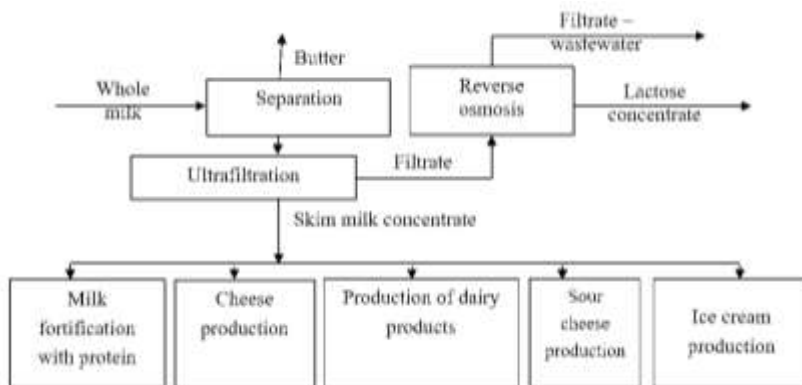


Fig. 1. Schematic diagram of milk processing using ultrafiltration to obtain the main types of dairy products

The simplest way to use UF in the dairy industry is to normalize milk by protein in drinking milk production. Ultrafiltration of whole milk results in the passage into the filtrate of 45.1% of solids, including 96.5% of lactose and 60.6% of mineral salts. Similar results are obtained by ultrafiltration of skim milk [6].

According to foreign authors [7], in Germany more than 40% of drinking milk is produced using the ultrafiltration method.

One of the most important areas of application of UV in dairy industry is production of cheese and sour milk cheese. The main tasks of using UV in cheese making are:

- pre-concentration of proteins in milk for the production of traditional types of cheese;
- a significant change in the ratio between proteins and other components to create new types of cheese;
- normalization of milk for protein to ensure uniformity and reproducibility of the properties of the cheese, regardless of the season;
- isolation of whey proteins from whey to obtain protein concentrates and lactose solution [4].

Pre-concentration of milk by UV in the production of cheese increases the mass fraction of solids on average from 12.5% to 16% and allows to double the productivity of the following stages. During the concentration of milk to the concentration factor 2 in the technological chain include only the UF system, and the main operations of cheese production are carried out by conventional technology. Further concentration of milk to a concentration factor of 3–5 (to a solids content of 40%) requires special equipment to obtain and process a protein clot [8].

According to calculations made by the «Uglich» trademark, the use of milk ultrafiltration during the production of solid natural cheeses allows to increase the productivity of the equipment by 25–30% and to reduce the cost of rennet enzyme as much [9].

In countries such as Denmark, the United Kingdom, and Switzerland, fundamentally new technologies for the production of hard and soft cheeses have been established, using raw material, obtained on membrane facilities, as raw material concentrate. In comparison with traditional technology, increased cheese yields, reduced rennet enzyme costs, labor-intensive operations were eliminated, in particular, whey separation, reduced need for production facilities, and the process became more mechanized. In cases where third generation membranes were used for UV, the rate of raw material consumption during the production of hard cheeses was reduced by 20%, while the production of soft cheeses and sour milk cheese – by 30% [10].

Domestic scientific research on the use of UF in the production of cheeses began in 1976. Industrial production of rennet cheeses with the use of ultrafiltration has been carried out since 1986 [11].

Technology of soft cheese without ripening from UF concentrate containing 15–21% of solids, 3–5% of milk sugar, 0,2–0,4% of fat is developed. The fermentation of the cheese is carried out at temperatures of 63...65 °C, the duration of processing of the bunch – 4–6 hours [12].

Kharkiv State University of Food Technology and Trade developed technologies of soft cheese «Kharkivskiyi», «Diet» and «Slobzhanskyi» [13; 14]. The authors experimentally proved that obtaining soft cheeses with characteristic organoleptic indicators promotes the use of skim milk, ultrafiltered, with a concentration factor of 2.0.

It has been established that with a half factor of concentrating milk from 1.5 to 4.0, there is a slight increase in concentration of milk, and it seems that they have changed 2.0–2.5 times.

Similar developments take place in neighboring countries. There is a technology of home-made cheese using ultrafiltration [15]. Significant advantages of producing home-made cheese from UF concentrate over

traditional ones are noted. This production is characterized by the stable quality of the product due to the standardization of milk raw materials for protein, reducing the loss of the finished product by 5–8% due to the increase of milk solids content, reducing the cost of milk-binding enzyme, bacterial starter culture and calcium chloride, improving product appearance productivity of the plant for the production of cheese grains.

Experimental batches of cheeses made using UF, in quality indicators are not inferior to cheeses prepared by conventional technology, and in some cases even surpass them. By improving the consistency, the yield of cheese increases by 2–3%.

Known methods for the production of cheeses, in the technologies of which dairy raw materials are processed along with UF by other baromembrane methods. One of the known methods of obtaining cheese curd from milk concentrate is as follows [16]. After pasteurization, skim milk is acidified with hydrochloric acid to pH 5.8 so that milk calcium is not retained on membranes. Ultrafiltration of acidified milk is conducted to a concentration factor of 2.5. Then carry out the process of diafiltration to reduce the lactose content and bring the concentration factor to 5.0. Bacterial ferment is added to the concentrate and maintained at 25 °C until a pH of 5.1–5.2 is reached. The fermented concentrate is poured into the forms in which the milk-enzyme solution is fed. The finished bunch is separated and further processed by traditional technology.

According to studies [17], the use of UV milk increases the yield of cheese, for example in the production of feta cheese milk consumption is reduced from 8.5 to 6.5 kg per kilogram of cheese. In addition, UF concentration allows you to save the losses of milk-enzyme (up to 60%) and bacterial starter culture, reduce the cheese ripening time and the duration of the process, as well as automate the production and control process.

Research by scientists towards the increasing use of ultrafiltration in cheese technology is currently ongoing.

In industrialized countries of Europe and the United States, ultrafiltration is also widely used in cheese making. In the US, a method for producing feta cheese has been developed [4]. Ultrafiltration is exposed to milk after its heat treatment. The resulting concentrate containing 27% of solids, is heated to a temperature of 78 °C, homogenized at a pressure of 7.5 MPa, adding 1.5% of the leaven.

In the United Kingdom, a method for producing cheddar cheese from UV-treated milk is proposed [18]. Pasteurized milk is subjected to ultrafiltration to a concentration factor of 2. The resulting concentrate is re-pasteurized, cooled to 30 °C and used to produce hard cheeses.

Milk ultrafiltration has been used in the production of cheese, cheese products and pastas. The Odessa State Academy of Food Technologies has developed a technology for the preparation of dried cheese from skim milk, concentrated UF, for countries with hot climates [19]. Using ultrafiltration, the mass fraction of protein in milk is raised to 18–20%, the concentrate is acidified and cheese is obtained, which is then subjected to freeze-drying. The organoleptic characteristics of reconstituted cheese are slightly different from natural ones, and the nutritional value of recovered cheese is far superior to a product made using traditional technology. The cheese yield is increased by 15–20% due to 100% use of whey proteins.

Specialists proposed to apply ultrafiltration in the production of persistent cheese products «Berry» and «Apple». According to the proposed technology, skim milk is pasteurized, cooled and subjected to ultrafiltration to a dry weight fraction of 20.5%. The resulting concentrate is acidified for 8–12 hours at 30...32 °C. The resulting clot is mixed with sugar, apple pectin, strawberries, water [20].

Milk ultrafiltration has been used in yogurt production in various countries around the world [21]. The use of ultrafiltration in yogurt technology eliminates the main disadvantage of traditional technology – unregulated fermentation of the product. The use of UF can also increase the protein content of the product without significantly increasing the lactose content, which leads to improved rheological parameters and physical stability of the product.

In the countries of the Middle East, the technology of condensed yogurt «Labneh» is used, which is prepared by pre-ultrafiltration of skim milk to a solids content of 18–20%. After ultrafiltration, the milk concentrate is mixed with the cream and ferment [4].

Yogurt technology is developed in the UK, according to which skim milk is concentrated by UF at a temperature 45...50 °C. The protein content of the final concentrate is 7–15%. Then it is pasteurized, cooled to the fermentation temperature and make the ferment of lactic acid cultures. Food components and fruit supplements are added to the finished clot. The resulting product is characterized by high viscosity and longer shelf life [12].

Conclusion. Thus, the above analytical studies show that secondary dairy raw materials are a well-researched object of separation using membrane methods. Products of ultrafiltration processing of dairy raw materials have a well-defined set of functional properties and have a wide range of industrial applications. In the future, these investigations can be used to further investigate the membrane processes of the separation of dairy raw materials with the determination of the physicochemical properties of new types of UF membranes for membrane equipment of

different types by performance. Further realization of the specified tasks will be able to extend the industrial application of UF in the food industry and increase the development of membrane technologies at the level of world developments with the use of resource-saving processes and equipment for their realization.

References

1. Дейниченко Г. В. Аналітична характеристика мембранної обробки рідких високомолекулярних систем / Г. В. Дейниченко, З. О. Мазняк, В. В. Гузенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2015. – Вип. 1 (21). – С. 120–131.

Dejnichenko, G., Maznyak, Z., Guzenko, V. (2015), “Analytical characteristics of membrane treatment of liquid high molecular systems”, *Progressive technology and technologies of food production of restaurant industry and trade* [“Analitichna kharakteristika membranoyi obrobky rikykh vysokomolekulyirnykh system”, *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli: zb. nauk. prats'*], Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Vol. 1(21), pp. 120-131.

2. Агеев Е. П. Мембранные процессы разделения / Е. П. Агеев // Мембраны. – 2001. – № 9. – С. 42–56.

Ageev, E. (2001) “Membrane separation processes”, *Membranes* [“Membrannye processy razdeleniya”, *Membrany*], No. 9, pp. 42-56.

3. Змієвський Ю. Г. Застосування електродіалізу і мембранної дистиляції в процесі переробки молочної сироватки : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Змієвський Юрій Григорович. – К., 2010. – 173 с.

Zmiyevskiy, Yu. (2010), *The use of electrodialysis and membrane distillation in the process of whey processing: dissertation* [Zastosuvannia elektrodializu i membrannoi dystyliatsii v protsesi pererobky molochnoi syrovatky: dis. ... kand. tech. nauk], Kyiv, 173 p.

4. Храмов А. Г. Безотходная переработка молочного сырья / А. Г. Храмов, П. Г. Нестеренко. – М. : КолосС, 2008. – 200 с.

Hramov, A., Nesterenko, P. (2008), *Waste-free processing of dairy raw materials* [Bezotходnaya pererabotka molochnogo syr'ya], Koloss, Moscow, 200 p.

5. Литвинов М. С. Исследование закономерностей концентрирования белков молока ультрафильтрацией и разработка технологии белковых молочных продуктов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Литвинов Михаил Сергеевич. – Кемерово, 2008. – 176 с.

Litvinov, M. (2008), *Study of the patterns of concentration of milk proteins by ultrafiltration and development of the technology of protein dairy products* [Issledovanie zakonornostej koncentrirovaniya belkov moloka ul'trafil'traciej i razrabotka tekhnologii belkovykh molochnyh produktov: dis. ... kand. tech. nauk], Kemerovo, 176 p.

6. Kumar, P., Sharma, N., Ranjan, R., Kumar, S., et al. (2013), "Technology in Dairy Industry: A Review", *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, No. 9, Vol. 26, pp. 1347-1358.

7. Akoum, O., Jaffrin, M., Ding, L. (2005), "Concentration of total milk proteins by high shear ultrafiltration in a vibrating membrane module", *Journal of Membrane Science*, Vol. 247, Iss. 1-2, pp. 211-220.

8. Porter, M. (2011), *Handbook of industrial membrane technology*, Noyes publications, Wastwood, New Jersey, 619 p.

9. Тульников А. В. Разработка ресурсосберегающих технологий производства твёрдого сычужного сыра «Отечественный» с повышенной пищевой и биологической ценностью : дис. канд. техн. наук : 05.18.04 / Тульников Андрей Васильевич. – Воронеж, 2004. – 176 с.

Tulnikov, A. (2004), *Development of resource-saving technologies for the production of rennet cheese "Domestic" with increased nutritional and biological value [Razrabotka resursosberegayushchih tekhnologij proizvodstva tvyordogo sychuzhnogo syra "Otechestvennyj" s povyshennoj pishchevoj i biologicheskoy cennost'yu: dis. ... kand. tech. nauk]*, Voronezh, 176 p.

10. Мазняк З. О. Дослідження процесу ультрафільтраційного концентрування скотини та його апаратурне оформлення : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Мазняк З. О. – Х., 2003. – 660 с.

Maznyak, Z. (2003), *Research of process of ultrafiltration concentration of whey and its equipment decision: dissertation [Doslidzhennya protsesu ul'trafil'tratsiyonoho kontsentruvannya skotyn ta yoho aparaturne oformlennya: dis. ... kand. tech. nauk]*, Kharkiv, 660 p.

11. Зябрев А. Ф. Применение мембранных процессов при переработке молочных продуктов. Мембранные системы БИОКОН / А. Ф. Зябрев // Переработка молока. – 2002. – № 1. – С. 10–12.

Zyabrev, A. (2002), "The use of membrane processes in the processing of dairy products. Membrane systems BIOKON", *Milk processing* ["Primenenie membrannykh processov pri pererabotke molochnykh produktov. Membrannye sistemy BIOKON"], *Pererabotka moloka*, No. 1, pp. 10-12.

12. Справочник технолога молочного производства. Т. 3. Сыры / под ред. Г. Г. Шиллера. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 512 с.

Shilller, G. (ed.) (2003), *Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva: in 3 p.* P. 3, GIORД, Sankt-Peterburg, 512 p.

13. Гнищевич В. А. Технология производства кулинарных изделий на основе молочного сырья методом фильтрации : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Гнищевич Виктория Альбертовна. – Харьков, 1992. – 194 с.

Gnitshevich, V. (2006), *Technology for the production of culinary products based on dairy raw materials by filtration [Tekhnologiya proizvodstva kulinarykh izdelij na osnove molochnogo syr'ya metodom fil'tracii: dis. ... kand. tech. nauk]*, Kharkiv, 194 p.

14. Дейниченко Г. В. Научное основание и разработка технологий продуктов питания повышенной пищевой ценности на основе нежирного молочного сырья : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.16 / Дейниченко Григорий Викторович. – Харьков, 1997. – 327 с.

Deynichenko, G. (1997), *Scientific basis and development of food technology of high nutritional value based on non-fat milk raw materials: dissertation* [Научное основание и разработка технологий продуктов питания: диссертация по вышешенной пishchevoj cennosti na osnove nezhirnogo molochnogo syr'ya: dis. ... doc. tech. nauk], Kharkiv, 327 p.

15. Кудряшов В. Л. Перспективные инновационные технологии с применением мембран для молочной промышленности / В. Л. Кудряшов // VII Межд. науч.-практ. конф. : сб. докл. – Минск : НПЦ НАН Беларуси, 2008. – С. 320–325.

Kudryashov, V. (2008), “Promising innovative technologies using membranes for the dairy industry”, *VII Internat. scien.-pract. conf.* [“Perspektivnye innovatsionnye tekhnologii s primeneniem membran dlya molochnoy promyshlennosti”], NPC NAN Belarusi, Minsk, pp. 320-325.

16. Обработка молочного сырья мембранными методами / Е. А. Евдокимов, Д. Н. Володин, М. В. Головкина, М. С. Золотарева и др. // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 49–50.

Evdokimov, E., Volodin D., Golovkina, M., Zolotareva, M. et al (2012), “Processing raw milk membrane methods”, *Dairy industry* [“Обработка молочного сыр'я мембранными методами”], *Molochnaja promyshlennost'*, No. 2, pp. 49-50.

17. Ультрафильтрация [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.unhchr.ch/html/menu3/b/30.htm

“Ultrafiltration”, available at: www.unhchr.ch/html/menu3/b/30.htm

18. Baker, R. (2004), *Membrane technology and applications*, John Wiley & Sons, Chichester, 903 p.

19. Ефимова А. А. Использование вторичного сырья в производстве национальных молочных продуктов [Электронный ресурс] / А. А. Ефимова, К. М. Степанов. – Режим доступа : <http://naukarus.com/membrannye-tehnologii-v-pererabotke-vtorichnogo-molochnogo-syr'ya>

Efimova, A., Stepanov, K. “Use of secondary raw materials in the production of national dairy products”, available at: <http://naukarus.com/membrannye-tehnologii-v-pererabotke-vtorichnogo-molochnogo-syr'ya>

20. Бабёнышев С. П. Научно-технические аспекты совершенствования процесса баромембранного разделения жидких высокомолекулярных полидисперсных систем : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12 / Бабёнышев Сергей Петрович. – Ставрополь, 2007 – 384 с.

Babenyshev, S. (2007), *Scientific and technical aspects of improving the process of baromembrane separation of liquid high molecular weight polydisperse systems* [Научно-технические аспекты совершенствования процесса баромембранного разделения жидких высокомолекулярных полидисперсных систем: дис. ... doc. tech. nauk], Stavropol, 384 p.

21. Золотухіна І. В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збитої десертної продукції : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Золотухіна Інна Василівна. – Х., 2006. – 629 с.

Zolotukhina, I. (2006), *The technology of semifinished articles on the buttermilk basis for production of mixed dessert foods* [Tehnologiya napivfabrykativ na osnovi skolotyń dlya vyrobnyctva zbytoyi desertnoyi produkciyi: dis. ... kand. tech. nauk], Kharkiv, 629 p.

Deynichenko Gregory, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Department Equipment for Food and Hotel Industry after M. I. Belyaeva, Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

Дейниченко Григорій Вікторович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри устаткування харчової і готельної індустрії ім. М. І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

Дейниченко Григорій Вікторович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой оборудования пищевой и гостиничной индустрии им. М. И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

Guzenko Vasilii, PhD in Tech. Scinces, Senior Lecturer, Department Equipment for Food and Hotel Industry after M. I. Belyaeva, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: kp87vasil@ukr.net.

Гузенко Василь Володимирович, канд. техн. наук, ст. викл., кафедра устаткування харчової і готельної індустрії ім. М. І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56, e-mail: kp87vasil@ukr.net.

Гузенко Василий Владимирович, канд. техн. наук, ст. преп., кафедра оборудования пищевой и гостиничной индустрии им. М. И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: kp87vasil@ukr.net.

Dmytrevskiy Dmytro, PhD in Tech. Scinces, Associate Professor, Department Equipment for Food and Hotel Industry after M. I. Belyaeva, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: oborud.hduh@gmail.com.

Дмитревський Дмитро Вячеславович, канд. техн. наук, доц., кафедра устаткування харчової і готельної індустрії ім. М. І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: oborud.hduh@gmail.com.

Дмитревский Дмитрий Вячеславович, канд. техн. наук, доц., кафедра оборудования пищевой и гостиничной индустрии им. М. И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: oborud.hduh@gmail.com.

Tsvirkun Ludmila, PhD in Ped. Scinces, Assistants, Department of General Engineering Disciplines and Equipment, Donetsk National University of Economics

and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky. Address: Ostrowski str., 16, Kryvyi Rih, Ukraine, 50005. Tel.: 0980717294; e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua.

Цвіркун Людмила Олександрівна, канд. пед. наук, асист., кафедра загальноінженерних дисциплін і обладнання, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Адреса: вул. Островського, 16, м. Кривий Ріг, Україна, 50005. Тел.: 0980717294; e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua.

Цвіркун Людмила Александровна, канд. пед. наук, ассист., кафедра общинженерных дисциплин и оборудования, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. Адрес: ул. Островского, 16, г. Кривой Рог, Украина, 50005. Тел.: 0980717294; e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua.

Kravchenko Tamara, PhD in Ped. Scinces, Associate Professor, Department of Vocational Education and Technology on Profiles, Uman State University named after Pavel Tychna. Address: Sadova str., 2, Uman, Ukraine, 50005. Tel.: (04744) 5-21-91; e-mail: udputpf@meta.ua.

Кравченко Тамара Василівна, канд. пед. наук, доц., кафедра професійної освіти та технологій за профілями, Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини. Адреса: вул. Садова, 2, м. Умань, Україна, 20300. Тел.: (04744) 5-21-91; e-mail: udputpf@meta.ua.

Кравченко Тамара Васильевна, канд. пед. наук, доц., кафедра профессионального образования и технологий по профилям, Уманский государственный университет им. Павла Тычины. Адрес: ул. Садовая, 2, г. Умань, Украина, 20300. Тел.: (04744) 5-21-91; e-mail: udputpf@meta.ua.

DOI: 10.5281/zenodo.3592841

УДК 577.114.4:577.152.34:635.67

ГІДРОЛІЗАТИ АРАБІНОКСИЛАНУ КУКУРУДЗИ ЯК ЧИННИК ВПЛИВУ НА АКТИВНІСТЬ ПАПАЇНУ

Н.К. Черно, С.О. Озоліна, Т.В. Битка

Досліджено умови розщеплення арабіноксилану зародків кукурудзи ендоксиланазою. Установлено, що продукти обмеженого гідролізу арабіноксилану, як і сам полісахарид, взаємодіючи з папаїном, здатні підвищувати його протеолітичну активність. Ефективність цього процесу залежить від молекулярно-масового розподілу вуглеводів зразка. Позитивний вплив мають вуглеводи, молекулярна маса яких знаходиться в межах від 3 кДа до 50 кДа.

© Черно Н. К., Озоліна С. О., Битка Т. В., 2019