

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ СИРОВАТКИ З-ПІД КИСЛОГО СИРУ

Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, В.В. Гузенко, О. Ебанугва

Розглянуто питання щодо використання мембранних процесів під час обробки сироватки з-під кислого сиру ультрафільтрацією. Надано аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень стосовно визначення технологічних характеристик ультрафільтраційних мембран у процесі ультрафільтраційної обробки сироватки з-під кислого сиру.

Ключові слова: сироватка, процес, ультрафільтрація, мембрана, розділення, обробка.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, В.В. Гузенко, О. Эбанугва

Рассмотрен вопрос относительно использования мембранных процессов во время обработки творожной сыворожки ультрафильтрацией. Представлен анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований по определению технологических характеристик ультрафильтрационных мембран в процессе ультрафильтрационной обработки творожной сыворожки.

Ключевые слова: сыворожка, процесс, ультрафильтрация, мембрана, разделение, обработка.

STUDY OF PROCESSING ULTRAFILTRATION CURDY WHEY

G. Deynichenko, Z. Mazniak, V. Guzenko, O. Ebanugwa

The question regarding the implementation of the process of separation of curdy whey with ultrafiltration is considered, the analysis of the results of the theoretical and experimental investigations of ultrafiltration concentration of curdy whey is presented. Basic parameters effect of the process of membrane curdy whey on the productivity of ultrafiltration membranes are studied. Rational technological parameters of the ultrafiltration process of curdy whey in a blind mode, and in the mode with the use of pulsating mode of raw materials supply are determined. The perspective ways for conducting the process of ultrafiltration concentration of the albumen-carbohydrate milk raw material are represented.

Keywords: whey, process, ultrafiltration, membrane, separation, treatment.

Formulation of the problem in general. Whey is a liquid by-product of the dairy industry produced during the manufacture of cheeses and casein. As a raw material, it has many applications in food technology due to the functional and nutritional properties of its proteins [1].

Whey protein concentrate is made by very fine filtration of whey to concentrate the proteins into small volume which are then dried to soluble powder. Such whey protein concentrates are used as food product ingredients in the hotel and restaurant industry for making of various culinary and confectionery, bakery products, pastry cream, crab sticks, cakes, sauces, infant formulas, tonic drinks etc. An important aspect of whey proteins is their success as emulsifiers in food systems. Many studies have been carried out to identify the optimum conditions under which whey proteins individually and in mixtures perform as emulsifiers.

Application of membrane concentration (e.g., ultrafiltration) during the processing of such low-fat protein-carbohydrate raw milk (curdy whey) opens considerable opportunities for dairy companies from both the creation of new technologies increase of profitability, and environmental safety [2].

Analysis of recent research and publications. Today development of membrane fractionation techniques including ultrafiltration (UF), reverse osmosis and microfiltration, enabled the production of wide whey protein products, such as whey powder, whey protein concentrate (WPC), whey protein isolate, whey protein hydrolysate and pure lactoglobulin and lactalbumin [3].

Whey protein concentrates are products with protein content variations from 35–80%. The most widely used method for the production of WPC is ultrafiltration. Whey protein isolate is a high-quality product containing approximately 95% of proteins.

Along with that among the factors hindering the introduction of membrane methods, in particular ultrafiltration in the food industry, it should be noted insufficient development of theoretical propositions about the processes occurring with UF-treatment of protein-carbohydrate dairy raw material, lack of objective experimental data on the characteristics, properties and the conditions of modern UF-membranes [4; 5].

The purpose of the article is to study the performance of semi-penetrable ultrafiltration membranes and a choice of rational parameters for ultrafiltration concentration of curdy whey.

Main materials of the research. Ultrafiltration retains (in the liquid product termed retentate) any insoluble material or solutes larger than about 20 000 Da molecular weight. The rest of the whey stream passes through the membrane, driven by the applied pressure and is called permeate. Permeate contains most of the lactose, minerals and water from the whey. Retentate, the

volume of which is about 1–4% of the nutritional whey, is spray dried to a powder containing 35–85% protein as desired.

One of the main characteristics of UF-membrane is productivity. There are initial productivity membranes, i.e. the performance of new membrane in the initial period of operation, and the actual performance that characterizes the work of membranes in conditions of continuous operation [6; 7].

M.I. Belyaev department of equipment of food and hospitality industry studies the performance of PAN UF-membranes and the choice of rational parameters of the process of curdy whey separation. In order to improve the UF-separation process of curdy whey, the method of raw materials pulsating supply was used. The intensification of the process of curdy whey ultrafiltration is due to the combined impact on the gel-layer formed on the surface of the membrane, and periodic discharge pressure in the pressure channel and the hydraulic fluid strike the surface of the membrane.

The required pressure in the space under membrane of UF-module is created by the compressor changed it from 0,2 MPa to 0,5 MPa. Speed pulsating flow of curdy whey into the working chamber of UF-module changed by adjusting the performance of the peristaltic pump. After 20...30 minutes, the ultrafiltration rate was constant, the measured amount of the filtrate that passed through the membrane for a time period of 10 minutes [8].

Permeability dependencies of GR61PP and GR81PP UF-membrane on technological parameters of the membrane concentration include pressure P , temperature t , duration of the process τ , injection speed were studied on the experimental installation of peristaltic feed raw materials, shown in Fig. 1–3.

From the above dependence of GR UF-membranes performance on pressure process of membrane treatment of curdy whey (fig. 1), it is seen that the pattern of productivity change with the increased filtration pressure is the same for both investigated membranes. At pressure values from 0,2 to 0,4 MPa performance of the membrane intensely increases.

On the site of pressures from 0,4 to 0,5 MPa at a curdy whey ultrafiltration the productivity of both membranes slows considerably.

Graphic dependence of temperature of curdy whey on performance of GR UF-membranes (fig. 2a) shows that the temperature increase in curdy whey from 20 to 50° C in the case of a deadlock mode, and in the case of pulsating supply of raw materials, there is a significant increase in the performance. If temperature of curdy whey ranges from 50 to 70° C the performance increases, but slowly.

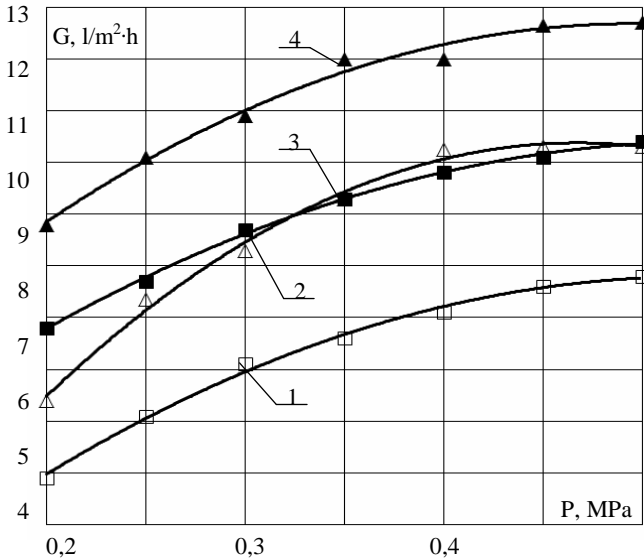


Fig. 1. Dependence of GR ultrafiltration membranes productivity on pressure in curdy whey membrane separation at 20° C: 1, 2 – GR81PP membrane in dead-end mode and pulsating mode of supply of raw materials; 3, 4 – GR61PP membrane in dead-end mode and pulsating mode of raw materials supply

Thus, based on the analysis of the results of research concerning the effect of temperature process of UF-separation curdy whey, it is possible to conclude that the most rational temperature value is 40...50° C.

According to the data, depending on the duration of GR UF-membrane productivity (fig. 2b), the deadlock for the first 1,5...2,0 hours, a sharp decrease productivity membranes, as already noted, due to the formation of the surface polarization layer of macromolecular substances. Further ultrafiltration of curdy whey also reduces membrane productivity but to a much lesser degree. During treatment with pulsating supply of raw materials, the productivity of membranes also reduced, but a slow pace characterized this reduction. Further UF-treatment curdy whey to avoid the productivity of GR membranes slow considerably in degree.

The use of pulsating supply of raw materials increases productivity semipermeable membranes average of 1,3...1,5.

An important factor that significantly affects the process of UF-treatment of curdy whey with a pulsating mode supply of raw material

is the frequency pulsating supply of raw materials. On this occasion, we investigated the effects of frequency of the pulsating supply of raw materials for the productivity GR UF-membrane. The research results are presented in fig. 3 [9].

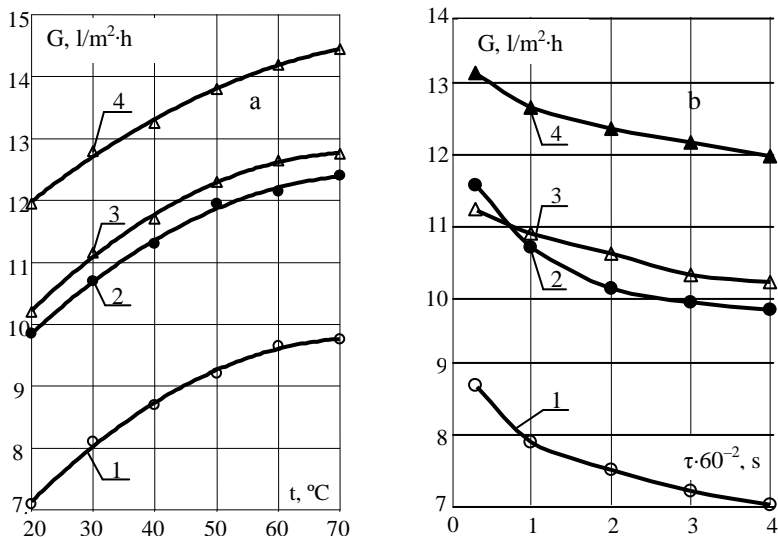


Fig. 2. Dependence productivity GR ultrafiltration membranes from temperature (a) curdy whey and duration of her ultrafiltration separation (b) at the pressure $P = 0,5$ MPa: 1, 2 – GR81PP membrane in dead-end mode and pulsating mode of supply of raw materials; 3, 4 – GR61PP membrane in dead-end mode and pulsating mode of supply of raw materials

Data analysis pattern shows that increasing the frequency pulsating supply of raw materials resulting to increased productivity UF-membranes. Intensive increase productivity of both membranes is happening with increasing frequency pulsating supply of raw materials to values 90...100 min⁻¹, then the productivity on UF-separation curdy whey increased slightly.

Based on the complex of experimental studies we can conclude that the pulsating supply of raw materials significantly intensifies the process of ultrafiltration curdy whey. The most rational modes of the process of UF-separation curdy whey using GR semi-penetrable membranes mode at the pulsing supply regime of raw materials is pressure of 0,4...0,5 MPa, temperature of curdy whey – 40...50° C, the duration of the process 2,5...3,0 hours, the frequency of pulsating supply is 90...100 min⁻¹.

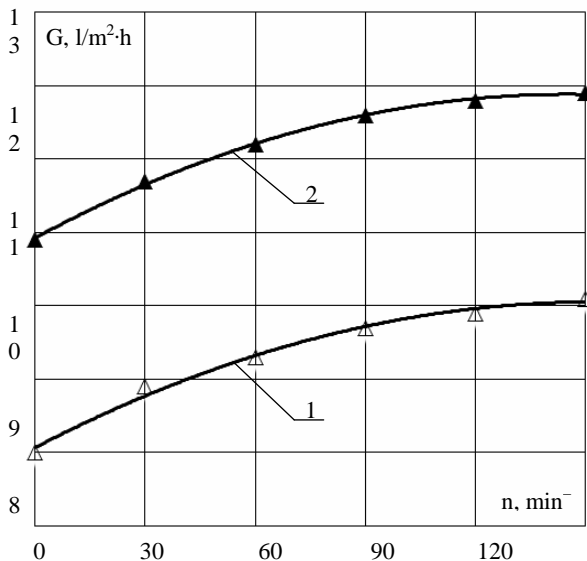


Fig. 3. Dependence productivity GR ultrafiltration membranes from pulsating supply of raw materials in membrane separation curdy whey at the temperature 20°C , pressure $P = 0,5 \text{ MPa}$: 1 – GR81PP membrane; 2 – GR61PP membrane

Conclusion. Thus, analytical and experimental studies showed the limits of technological regime for obtaining protein concentrates in the UF-separation of curdy whey.

Based on the above we can conclude that the application of membrane technology in the manufacturing protein concentrates can simplify the process of concentration curdy whey. Moreover, the membrane treatment of curdy whey by ultrafiltration made it possible to get quality protein concentrate unchanged native properties of the product. Thus, carrying out this process is not costly.

Список джерел інформації / References

1. Archer, R.H. Whey products, New Zealand Institute of Chemistry, available at: <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3G.pdf>. Perspective of Membrane
2. Обработка молочного сырья мембранными методами / Е. А. Евдокимов, Д. Н. Володин, М. В. Головкина, М. С. Золотарёва, В. К. Топалов, С. В. Анисимов, А. А. Везерян, В. М. Клепкер, Г. С. Анисимов // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 49–50.

Evdokimov, E.A., Volodin, D.N., Golovkina, M.V., Zolotareva, M.S., Topalov, V.K., Anisimov, S.V., Vezeryan, A.A., Klepker, V.M., Anisimov, G.S. (2012), «Processing raw milk membrane methods», *Dairy industry* [«Obrabotka molochного syr'ja membrannymi metodami», *Molochnaja promyshlennost'*], No. 2, pp. 49-50.

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

4. Брык М. Т. Мембранная технология в пищевой промышленности / М. Т. Брык, В. Н. Голубев, А. П. Чагаровский. – К. : Урожай, 1991. – 224 с.

Брык, М.Т., Golubev, V.N., Chagarovskij, A.P. (1991), *Membrane technology in the food industry* [*Membrannaja tehnologija v pishhevoj promyshlennosti*], Urozhaj, Kiev, 224 p.

5. Дейниченко Г. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини / Г. В. Дейниченко, З. О. Мазняк, І. В. Золотухіна. – Х. : Факт, 2008. – 208 с.

Dejnichenko, G.V., Maznyak, Z.O., Zolotuhina, I.V. (2008), *Multifiltering processes and technology rational processing of Ultrafiltration Protein-Carbohydrate Raw Milk* [*Ul'trafil'tratsiyni protsesy ta tekhnolohiyi ratsional'noyi pererobky bilkovovuhleводnoyi molochnoyi syrovyny*], Fakt, Kharkiv, 208 p.

6. Свитцов А. А. Введение в мембранную технологию / А. А. Свитцов. – М. : Дели принт, 2007. – 208 с.

Svitcov, A.A. (2007), *Introduction to membrane technology* [*Vvedenie v membrannuju tehnologiju*], Deli print, Moscow, 208 p.

7. Мирончук В. Г. Мембрані процеси в технології комплексної переробки сироватки : монографія / В. Г. Мирончук, Ю. Г. Змієвський. – К. : НУХТ, 2013. – 153 с.

Myronchuk, V.G., Zmiyevs'kyj, Yu.G. (2013), *Membrane processes in technology of whey processing complex* [*Membrani procesy v texnologiyi kompleksnoyi pererobky syrovatky*], NUXT, Kyiv, 153 p.

8. 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.V., Maznyak, Z.O., Guzenko, V.V. (2015) «Analytical characteristics of membrane treatment of liquid high molecular systems» [*«Doslidzhennya robochkykh parametriv napivpronyknykh ul'trafil'tratsiynnykh membran», 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.

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

Maznyak, Z.O. (2003), *Research of process of ultrafiltration concentration of whey and its equipment decision: dissertation* [*Doslidzhennya protsesu ul'trafil'tratsiynoho kontsentrivannya skolyoty ta yoho aparaturne oformlennya: dis ... kand. tech. nauk*], Kharkiv, 161 p.

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. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@rambler.ru.

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. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@rambler.ru.

Deynichenko Gregory, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Department equipment of food and hotel industry after M.I. Belyaeva, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@rambler.ru.

Мазняк Захар Олександрович, канд. техн. наук, доц., кафедра устаткування харчової і готельної індустрії ім. М.І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057) 349-45-56; e-mail: m.zakhar@mail.ru.

Мазняк Захар Александрович, 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)349-45-56; e-mail: m.zakhar@mail.ru.

Mazniak Zakhar, Cand. Sci. (Tech.), docent, Department equipment of food and hotel industry after M.I. Belyaeva, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: m.zakhar@mail.ru.

Гузенко Василь Володимирович, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., кафедра устаткування харчової і готельної індустрії ім. М.І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адрес: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56, e-mail: Peresada_7@mail.ru.

Гузенко Василий Владимирович, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., 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)349-45-56; e-mail: Peresada_7@mail.ru.

Guzenko Vasilyi, Cand. Sci. (Tech.), senior researcher of Scientific and research sector HSUFTT, Department equipment of food and hotel industry after M.I. Belyaeva, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: Peresada_7@mail.ru.

Обинва Ебанугва, магістрант, факультет обладнання та технічного сервісу, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса:

вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56, e-mail: oborud.hduht@gmail.com.

Обинва Эбанугва, магістрант, факультет обладнання і технічного сервісу, Харківський державний університет харчів та торгівлі. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: oborud.hduht@gmail.com.

Obinwa Ebanugwa, master, Department equipment and technical service, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: oborud.hduht@gmail.com.

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

УДК 637.134

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПУЛЬСАЦІЙНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

Г.В. Дейниченко, К.О. Самойчук, Л.В. Левченко

Досліджено вплив основних параметрів пульсаційного гомогенізатора: частоти та амплітуди руху поршня, діаметрів поршня та отворів у ньому, розмірів та маси поршня на енерговитрати пульсаційного апарата з одним поршнем. Отримано рівняння для визначення миттєвих та розрахункових значень для визначення потужності пульсаційного гомогенізатора.

Ключові слова: гомогенізація, пульсаційний гомогенізатор, енерговитрати, аналітичні дослідження.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПУЛЬСАЦИОННОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА

Г.В. Дейниченко, К.О. Самойчук, Л.В. Левченко

Исследовано влияние основных параметров пульсационного гомогенизатора: частоты и амплитуды движения поршня, диаметров поршня и отверстий в нем, размеров и массы поршня на энергозатраты пульсационного аппарата с одним поршнем. Получены уравнения для определения мгновенных и расчетных значений для определения мощности пульсационного гомогенизатора.

Ключевые слова: гомогенизация, пульсационный гомогенизатор, энергозатраты, аналитические исследования.