

UDC 637.138
МРПТИ 65.63.33

DOI: <https://doi.org/10.37788/2024-3/61-69>

M.B. Rebezov^{1*}

^{1*}Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatov», Russia
(e-mail: rebezov@yandex.ru)

Application of mathematical modeling methods in the design of fermented milk products

Annotation

The main problem: Modern research in the development of fermented milk products is focused on increasing the bioavailability of milk components, as well as the use of bacterial components of sourdough, which increase health properties. The use of the fermentation process of skimmed milk with a combined starter consisting of traditional for cottage cheese and starter cultures of probiotic cultures immobilized in a gel of biopolymers is very important.

Purpose: The purpose of this study is to determine the optimal amount of starter, consisting of an association of probiotic cultures immobilized in a gel of biopolymers (membranes) to be added to fermented skimmed milk in order to enrich it with functional ingredients.

Methods: A one-factor experiment was used. The culture association *Propionibacterium freudenreichii* subsp. was used as a regulatory factor. *Shermanii*, *Bifidobacterium lactis* and *Streptococcus thermophilus*, immobilized in a biopolymer gel, added to skimmed milk in the form of membranes (determined as a percentage of the mass of fermented milk). Controlled factors are the main indicators characterizing the efficiency of the skim milk fermentation process, these are active acidity, the logarithm of the number of viable cells of bifidobacteria, the logarithm of the number of viable cells of propionic acid bacteria, and organoleptic evaluation.

Results and their significance: Based on the results of a mathematical analysis of the totality of values of controlled factors depending on the amount of starter cultures of probiotic cultures, mathematical models were built to determine the degree of influence of the starter on the quality indicators of the product, using the Table Curve 3D-v4 mathematical computer program.

Key words: fermentation, sourdough, probiotic cultures, bifidobacteria, propionic acid bacteria, skimmed milk, immobilized culture.

Introduction

At present, the process of scientific substantiation and practical creation of a fundamentally new generation of milk-based products enriched with functional ingredients is actively developing in Kazakhstan. Their main characteristics are: balanced composition, reduced fat content, easily digestible carbohydrates, high protein content, as well as probiotic properties. At the same time, thanks to modern biotechnological methods in combination with traditional methods of food technology, it is possible to create fermented dairy and milk-containing products that are unique in their composition and properties with a controlled chemical composition and given physiological and biochemical properties [1].

Dairy fermented products occupy an increasing share in human nutrition. The relevance of the development of their technology and production is due to the increase in the number of consumer groups of different ages who have health problems and need products enriched with natural proteins, «fast» carbohydrates, micro- and macroelements [2].

The range of such products is regulated through the use of plant materials, including wild species and cultivated in Kazakhstan, which is necessary for the dynamic development of the agricultural sector of the economy and the processing industry, as part of the implementation of the tasks of the import substitution program. In connection with the foregoing, this direction of scientific research is relevant.

Materials and methods [2, 3]

A single – factor experiment was selected. As a factor in regulation X – the Association of Cultures was chosen: *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*; *Bifidobacterium lactis*;

Streptococcus thermophilus, immobilized to the biopolymer gel added to skim milk in the form of membranes (determined as a percentage of the mass of fermented milk).

Results

Managed factors have chosen the main indicators characterizing the effectiveness of the processing process of skim milk.

y_1 – active acidity, units. $\text{pH} > 4,4$;

y_2 – logarithm of the number of viable cells of bifidobacteria,
 $\text{CFU} / \text{cm}^3 \rightarrow \text{max}$;

y_3 – логарифм количества жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий,
 $\text{CFU} / \text{cm}^3 \rightarrow \text{max}$;

y_4 – organoleptic evaluation, points $\rightarrow \text{max}$.

Table 1 – Results of experimental studies

Sample	Adjustable factor	Managed factors				Rationing of controlled factors				$\sum_{n=1}^n y_i$
	$x_1, \%$	y_1 , ед. pH	y_2 , CFU / cm^3	y_3 , CFU / cm^3	y_4 , points	y_1'	y_2'	y_3'	y_4'	
Control	0	4,20	-	-	4,3	0,9438	-	-	0,860	1,8038
Experiment 1	0,03	4,30	7,7781	9,0792	4,4	0,9662	0,9790	1,9500	0,880	3,7752
Experiment 2	0,05	4,44	7,9445	9,5563	5,0	0,9977	1,0000	1,0000	1,000	3,9977
Experiment 3	0,07	4,45	7,8751	9,5051	4,6	1,0000	0,9912	0,9946	0,920	3,9058

Then they are converted into dimensionless values by normalizing the controlled factors by the maximum value:

$$y_i' = \frac{y_i}{y_i^{\max}}, \quad (1)$$

y_i' – the normalized value of the controlled factor;

y_i – the experimental value of the controlled factor;

$y_i^{\max}$ – minimum value of the experimental controlled factor.

The value of the target function, which is the sum of the normalized values of managed factors, is determined by the following formula:

$$y_0 = \sum_{n=1}^n y_i', \quad (2)$$

y_0 – the value of the target function;

$\sum_{n=1}^n y_i'$ – the amount of normalized values of controlled factors.

Based on the results given in table 1, a diagram characterizes the dependence of the values of the target function on the totality of controlled factors was built (Figure 1).

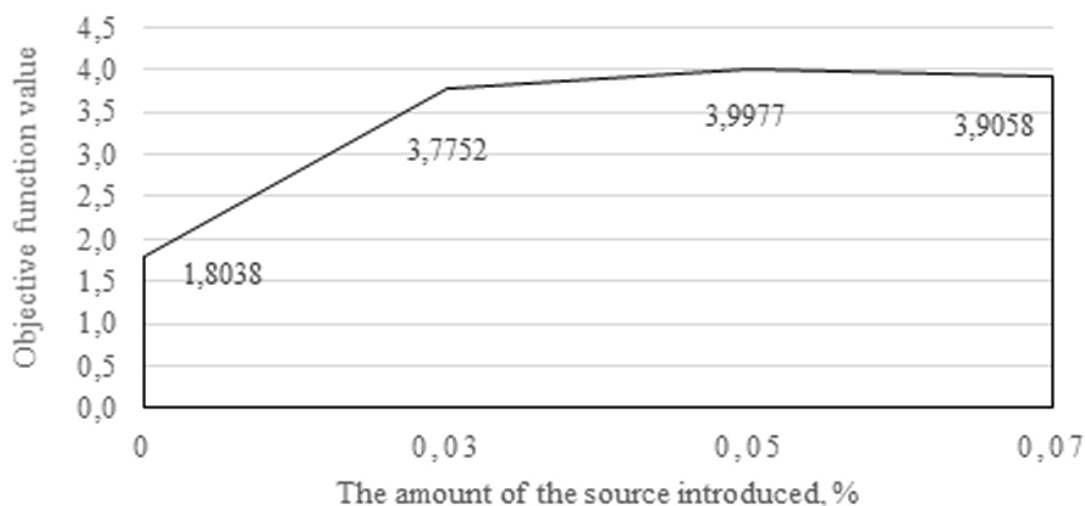


Figure 1 – The dependence of the objective function values on the amount of starter of the association of probiotic cultures, gel-immobilized biopolymers

Based on the results of mathematical analysis of the totality of the values of controlled factors, depending on the number of sourdoughs of probiotic crops, mathematical models are built to establish the degree of influence of the sourdough on the qualitative indicators of the product, using a mathematical computer program Table Curve 3D-v4 [4,5].

Figure 2 shows a graphical illustration of the change in active acidity in fermented milk.

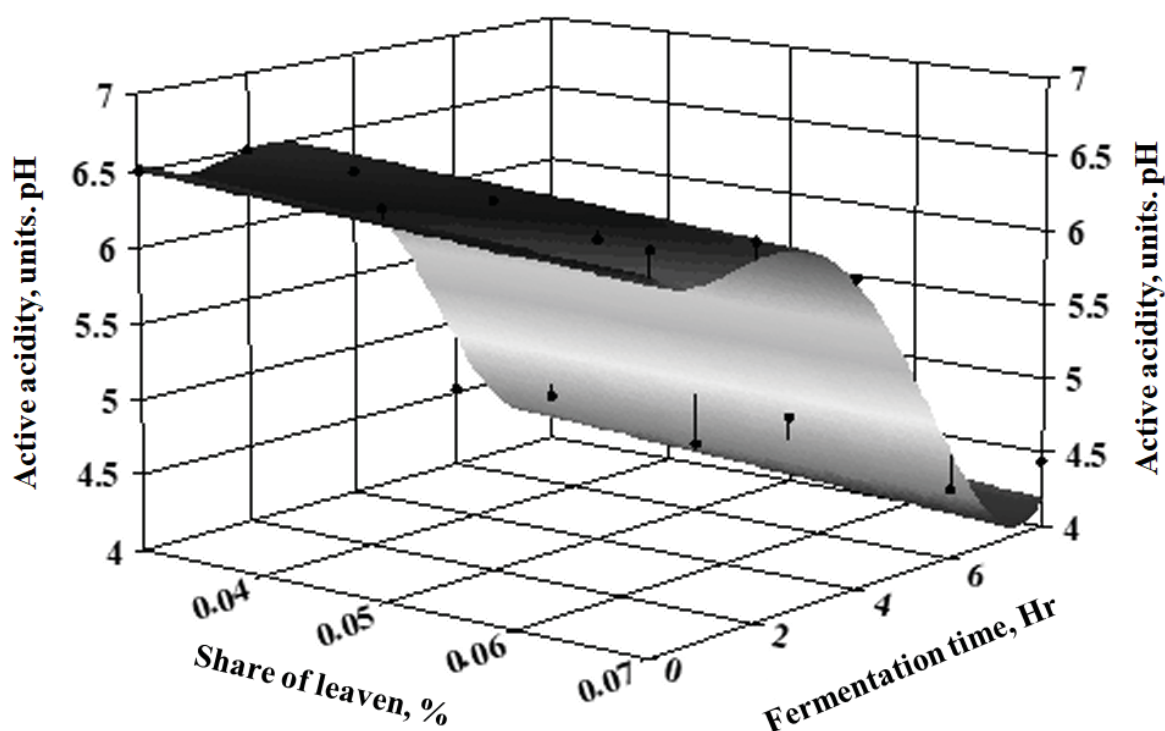


Figure 2 – Response surface of changes in active acidity in fermented milk depending on the dose of starter culture and fermentation time

The regression equation for changes in active acidity during fermentation has the form:

$$z_1 = a + bx + cy + dy^2 + ey^3 + fy^4, \quad (3)$$

z1 – active acidity of fermented milk;
 x – starter dose, %;
 y – fermentation time, Hr.

The coefficients of the regression equation are equal:

a	b	c	d	e	f
6,6925	-5,0673	-0,3693	0,3241	-0,0887	0,0062

The coefficient of determination of the regression equation is 0.92. The correlation coefficient is 0.96. Since the correlation coefficient is close to one, it can be assumed that the presented regression equation adequately describes the change in active acidity from the amount of fermentation and the time of fermentation.

Figure 3 presents the statistical assessment of the error of the regression model, the maximum error of the mathematical model consists in 17 positions and is 15.916 %.

Rank	48	Eqn 4	$z=a+bx+cy+dy^2+ey^3+fy^4$				
XYZ	*	X Value	Y Value	Z Value	Z Predict	Residual	Residual %
1		0.07	8	4.45	4.1953131	0.2546869	5.7233015
2		0.07	6	4.45	4.6903131	-0.240313	-5.400294
3		0.07	4	6	5.9603131	0.0396869	0.6614486
4		0.07	2	6.4	6.2853131	0.1146869	1.7919831
5		0.07	0	6.5	6.3378131	0.1621869	2.4951833
6		0.05	8	4.44	4.2966589	0.1433411	3.2284036
7		0.05	6	4.45	4.7916589	-0.341659	-7.677728
8		0.05	4	6	6.0616589	-0.061659	-1.027648
9		0.05	2	6.4	6.3866589	0.0133411	0.208455
10		0.05	0	6.5	6.4391589	0.0608411	0.9360173
11		0.03	8	4.3	4.3980047	-0.098005	-2.279178
12		0.03	6	4.52	4.8930047	-0.373005	-8.252316
13		0.03	4	6.2	6.1630047	0.0369953	0.5966988
14		0.03	2	6.5	6.4880047	0.0119953	0.1845435
15		0.03	0	6.5	6.5405047	-0.040505	-0.623149
16		0	8	4.25	4.5500234	-0.300023	-7.059373
17		0	6	6	5.0450234	0.9549766	15.916277
18		0	4	6.3	6.3150234	-0.015023	-0.238466
19		0	2	6.5	6.6400234	-0.140023	-2.154206
20		0	0	6.51	6.6925234	-0.182523	-2.803738

Figure 3 – Assessment of the statistical error of the regression equation of a change in active acidity

Figure 4 shows the response surface of a change in the amount of bifidobacteria in fermented milk.

The regression equation of a change in the logarithm of the amount of bifidobacteria has the form:

$$z2 = a + bx + cx^2 + dy + ey^2 + fy^3, \quad (4)$$

z2 – logarithm of the number of bifidobacteria;
 x – starter dose, %;
 y – fermentation time, Hr.

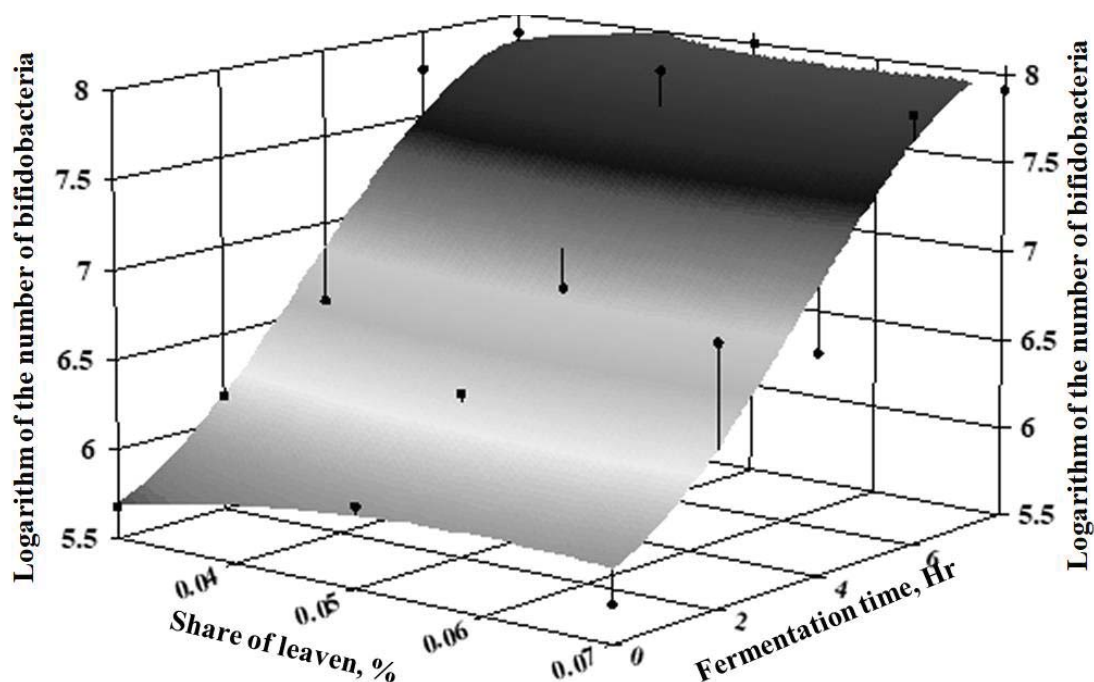


Figure 4 – The response surface of the change in the logarithm of the number of bifidobacteria cells in fermented milk, depending on the dose of starter and fermentation time

The coefficients of the regression equation are equal:

a	b	c	d	e	f
4,9551	32,5	-270	0,1178	0,0688	-0,0063

Discussion

With an increase in fermentation time, the number of viable bifidobacteria cells increases. The coefficient of determination of the regression equation is 0,93. The correlation coefficient is 0,96. Therefore, it can be stated that the developed mathematical model of changing the amount of bifidobacteria in the process of fermentation of milk adequately describes the process under study.

Figure 5 presents a statistical report of the error of the regression equation of a change in the number of viable bifidobacteria cells.

Rank 266 Eqn 18 $z=a+bx+cx^2+dy+ey^2+fy^3$							
XYZ *	X Value	Y Value	Z Value	Z Predict	Residual	Residual %	
1	0.07	8	7.91	8.0538095	-0.14381	-1.818072	
2	0.07	6	7.88	7.7414286	0.1385714	1.7585207	
3	0.07	4	6.72	7.0795238	-0.359524	-5.350057	
4	0.07	2	6.92	6.3680952	0.5519048	7.9755023	
5	0.07	0	5.72	5.9071429	-0.187143	-3.271728	
6	0.05	8	7.99	8.0518095	-0.06181	-0.773586	
7	0.05	6	7.94	7.7394286	0.2005714	2.5260885	
8	0.05	4	6.85	7.0775238	-0.227524	-3.321515	
9	0.05	2	6.41	6.3660952	0.0439048	0.6849417	
10	0.05	0	5.95	5.9051429	0.0448571	0.7539016	
11	0.03	8	7.89	7.8338095	0.0561905	0.7121733	
12	0.03	6	7.78	7.5214286	0.2585714	3.3235402	
13	0.03	4	6.55	6.8595238	-0.309524	-4.725554	
14	0.03	2	6.15	6.1480952	0.0019048	0.0309717	
15	0.03	0	5.68	5.6871429	-0.007143	-0.125755	

Figure 5 – Statistical error report of a mathematical model of changing the number of bifidobacteria cells in the process of fermentation

The maximum model of the model is 7,97 % in the fourth position, which does not exceed the permissible value for technological research.

Figure 6 presents a graphic illustration of the surface of the response of the Logarithm of the number of propionic acid cultures.

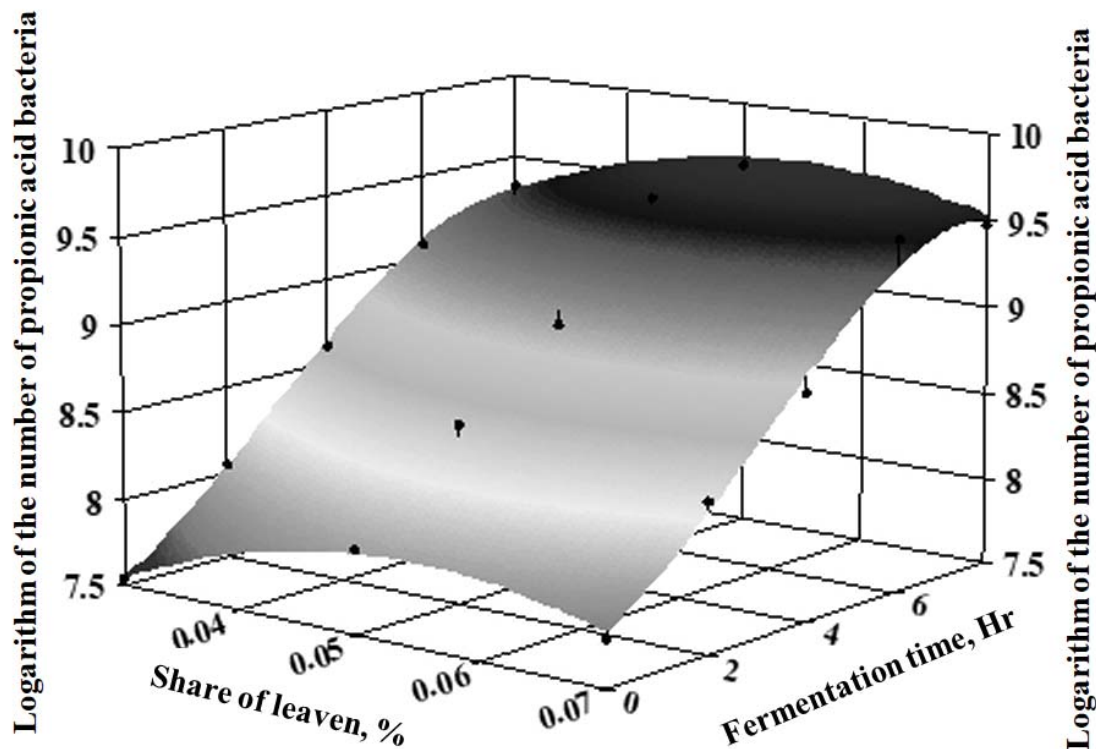


Figure 6 – Response surface of the change in the logarithm of the number of propionic acid bacteria in fermented milk, depending on the dose of starter culture and fermentation time

The regression equation for the change in the logarithm of the number of propionic acid bacteria in fermented milk has the form:

$$z_3 = a + bx + cx^2 + dy + cy^2 + fy^3, \quad (5)$$

z_3 – logarithm of the number of propionic acid bacteria;

x – starter dose, %;

y – fermentation time, Hr.

The coefficients of the regression equation are equal:

a	b	c	d	e	f
5,8788	76,8	-702,5	0,1781	0,0409	-0,0045

The amount of propionic acid bacteria with an increase in the time of fermentation increases. The coefficient of determination of the regression equation is 0,99. The correlation coefficient of the model is 0,995. The developed mathematical model of changing the number of propionic acid bacteria in the process of fermentation adequately describes the studied process.

Figure 7 presents a statistical report of the error of the regression equation of changes in the number of propionic acid bacteria cells.

Rank	151	Eqn 18	$z=a+bx+cx^2+dy+ey^2+fy^3$				
XYZ	*	X Value	Y Value	Z Value	Z Predict	Residual	Residual %
1		0.07	8	9.48	9.5292857	-0.049286	-0.519892
2		0.07	6	9.51	9.3728571	0.1371429	1.442091
3		0.07	4	8.79	8.8890476	-0.099048	-1.126822
4		0.07	2	8.35	8.2961905	0.0538095	0.6444254
5		0.07	0	7.77	7.812619	-0.042619	-0.548508
6		0.05	8	9.64	9.6792857	-0.039286	-0.407528
7		0.05	6	9.56	9.5228571	0.0371429	0.3885236
8		0.05	4	8.95	9.0390476	-0.089048	-0.994945
9		0.05	2	8.52	8.4461905	0.0738095	0.866309
10		0.05	0	7.98	7.962619	0.017381	0.2178064
11		0.03	8	9.32	9.2672857	0.0527143	0.5656039
12		0.03	6	9.08	9.1108571	-0.030857	-0.339836
13		0.03	4	8.6	8.6270476	-0.027048	-0.314507
14		0.03	2	8.05	8.0341905	0.0158095	0.1963916
15		0.03	0	7.54	7.550619	-0.010619	-0.140836

Figure 7 – Statistical error report of a mathematical model of changing the number of propionic acid bacteria cells in the process of fermentation

The relative statistical error of the model does not exceed 1,5 %. The maximum relative error of the model is in the second position and is equal to 1,44 %.

The developed mathematical models in all three cases are represented by expressions identical in form, which have the form:

$$z3 = a + bx + cx^2 + dy + cy^2 + fy^3, \quad (6)$$

which indicates the same regularity in the course of the fermentation process, but differ in the values of the coefficients of the regression equations. By the nature of the response surface, they are close to a linear surface. Thus, it was found that an increase in the fermentation time of the product leads to an increase in the number of cells of bifidobacteria and propionic acid bacteria.

Conclusion

All mathematical models have a high level of adequacy, the statistical error is minimal.

Therefore, a comprehensive study of the process of fermentation of skimmed milk with a combined starter consisting of traditional for cottage cheese and starter cultures of probiotic cultures immobilized in a gel of biopolymers (membranes) allows us to assume that the mass fraction of the starter of probiotic cultures, which is 0,05 % of the mass of skimmed milk, ensures the efficiency of the process. its fermentation and enrichment of the product with functional ingredients.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Гаврилова Н.Б. Научные и практические аспекты технологии производства молочно-растительных продуктов: монография / Н.Б. Гаврилова, О.В. Пасько, И.П. Каня. – Омск: Изд-во Омский ГАУ, 2006. – 336 с.
- 2 Каленик Т.К. Применение инновационных решений для производства натуральных высокобелковых продуктов / Т.К. Каленик, Т.А. Косенко // Пищевая промышленность. – 2015. – № 12. – С. 26-27.
- 3 Масалова Н.В. Влияние добавления пюре из корня лопуха большого на показатели качества десертов / Н.В. Масалова, Л.В. Левочкина, Н.Ю. Чеснокова // Пищевая промышленность. – 2015. – № 5. – С. 30-33.
- 4 Лисин П.А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности: учеб. пособие / П.А. Лисин. – СПб.: Лань, 2016. – 256 с.
- 5 Лисин П.А. Методология проектирования продуктов питания с заданными свойствами и составом: учеб. пособие / П.А. Лисин, Т.Д. Воронова, Е.А. Молибога. – Омск: Изд-во Омский ГАУ, 2015. – 144 с.

REFERENCES

- 1 Gavrilova, N.B., Pas'ko, O.V., & Kanya, I.P. (2006). Nauchnyye i prakticheskiye aspekty tekhnologii proizvodstva molочно-rastitel'nykh produktov [Scientific and practical aspects of the technology of production of dairy and vegetable products]. Omsk: Izdatel'stvo Omskiy GAU [in Russian].
- 2 Kalenik, T.K., & Kosenko, T.A. (2015). Primeneniye innovatsionnykh resheniy dlya proizvodstva natural'nykh vysokobelkovykh produktov [Application of innovative solutions for the production of natural high-protein products]. Pishchevaya promyshlennost' - Food industry, 12, 26-27 [in Russian].
- 3 Masalova, N.V., Levochkina, L.V., & Chesnokova N.Yu. (2015). Vliyaniye dobavleniya pyure iz kornya lopukha bol'shogo na pokazateli kachestva desertov [Effect of adding burdock root puree on the quality indicators of desserts]. Pishchevaya promyshlennost' - Food industry, 5, 30-33 [in Russian].
- 4 Lisin, P.A. (2016). Komp'yuternoye modelirovaniye proizvodstvennykh protsessov v pishchevoy promyshlennosti [Computer simulation of production processes in the food industry]. Sankt-Peterburg: Lan' [in Russian].
- 5 Lisin, P.A., Voronova, T.D., & Moliboga, Ye.A. (2015). Metodologiya proyektirovaniya produktov pitaniya s zadannymi svoystvami i sostavom [Methodology for designing food products with desired properties and composition]. Omsk: Izdatel'stvo Omskiy GAU [in Russian].

М.Б. Ребезов¹

¹«В. М. Горбатов атындағы Федералдық азық-түлік жүйелері ғылыми орталығы» федералдық мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекемесі, Ресей

Ашыған сүт өнімдерін құрастыруда математикалық модельдеу әдістерін қолдану

Ашыған сүт өнімдерін әзірлеу саласындағы заманауи зерттеулер сүт компоненттерінің биожетімділігін арттыруға, сондай-ақ денсаулыққа пайдалы қасиеттерін арттыратын қышқылдың бактериялық компоненттерін қолдануға бағытталған. Гель биополимерлеріне иммобилизацияланған пробиотикалық дақылдардың дәстүрлі сүзбесі мен ашытқысынан тұратын аралас ашытқымен майсыз сүтті ашыту процесін қолдану өте маңызды.

Осы зерттеудің мақсаты функционалдық Ингредиенттерге байыту мақсатында ферменттелген майсыз сүтке енгізу үшін пробиотикалық дақылдар қауымдастығынан тұратын, гель биополимерлеріне (мембраналарға) иммобилизацияланған ұйытқының оңтайлы мөлшерін анықтау болып табылады.

Бір факторлы эксперимент қолданылды. Реттеу факторы ретінде *Propionibacterium freudenreichii subsp* мәдениеттер қауымдастығы қолданылды. *Shermanii*, *Bifidobacterium lactis* және *Streptococcus thermophilus*, гель биополимерлеріне иммобилизацияланған, майсыз сүтке мембраналар түрінде қосылады (ашытылған сүт массасының пайызымен анықталады). Басқарылатын факторлар майсыз сүтті Ашыту процесінің тиімділігін сипаттайтын негізгі көрсеткіштерді таңдады, олар белсенді қышқылдық, бифидобактериялардың өміршең жасушалары санының логарифмі, пропион қышқылы бактерияларының өміршең жасушалары санының логарифмі, органолептикалық бағалау.

Басқарылатын факторлар мәндерінің жиынтығын Математикалық талдау нәтижелері негізінде, пробиотикалық дақылдардың ашытқы санына байланысты, Table Curve 3D-v4 Математикалық компьютерлік бағдарламасын қолдана отырып, ашытқының өнімнің сапалық көрсеткіштеріне әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік беретін математикалық модельдер құрылды.

Түйінді сөздер: ашыту, ашытқы, пробиотикалық дақылдар, бифидобактериялар, пропион қышқылы бактериялары, майсыз сүт, иммобилизацияланған мәдениет.

М.Б. Ребезов¹¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова», Россия**Применение методов математического моделирования при конструировании кисломолочных продуктов**

Современные исследования в области разработки кисломолочных продуктов направлены на повышение биодоступности компонентов молока, а также использование бактериальных компонентов закваски, повышающих полезные для здоровья свойства. Использование процесса ферментации обезжиренного молока комбинированной закваской, состоящей из традиционной для творога и закваски пробиотических культур иммобилизованных в гель биополимеров весьма актуально.

Цель данного исследования является определение оптимального количества закваски, состоящей из ассоциации пробиотических культур, иммобилизованных в гель биополимеров (мембран) для внесения в ферментируемое обезжиренное молоко с целью его обогащения функциональными ингредиентам.

Был использован однофакторный эксперимент. В качестве фактора регулирования использовалась ассоциация культур *Propionibacterium freudenreichii subsp. Shermanii*, *Bifidobacterium lactis* и *Streptococcus thermophilus*, иммобилизованная в гель биополимеров, добавляемая в обезжиренное молоко в виде мембран (определяется в процентах от массы ферментируемого молока). Управляемыми факторами выбраны основные показатели, характеризующие эффективность процесса ферментации обезжиренного молока, это активная кислотность, логарифм количества жизнеспособных клеток бифидобактерий, логарифм количества жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий, органолептическая оценка.

На основании результатов математического анализа совокупности значений управляемых факторов в зависимости от количества закваски пробиотических культур построены математические модели, позволяющие установить степень влияния закваски на качественные показатели продукта, с использованием математической компьютерной программы Table Curve 3D-v4.

Ключевые слова: ферментация, закваска, пробиотические культуры, бифидобактерии, пропионовокислые бактерии, обезжиренное молоко, иммобилизованная культура.

Date of receipt of the manuscript to the editor: 2024/09/23

ӨОЖ 637.138
МРНТИ 65.63.33

DOI: <https://doi.org/10.37788/2024-3/70-77>

Ф.Х. Смольникова^{1*}

¹Шәкәрім университеті, Қазақстан

*(e-mail: smolnikovafarida@mail.ru)

Тамақ өнеркәсібіндегі сүт сарысуын өндеудің қазіргі жағдайы

Аңдатпа

Негізгі мәселе: Қазақстанда «елішілік құндылықты және экспортқа бағдарланған өндірістерді дамыту» Бағдарламасын іске асыру шеңберінде сүттің құрамдас бөліктерін шоғырландыру үшін мембраналық процестер енгізілетін жаңа заманауи сүт кәсіпорындары белсенді жаңғыртылып, құрылуда. Бұл шикізатты ұтымды және кешенді пайдалану үшін, оның ішінде екінші реттік ресурстарды қайта өңдеу есебінен қажет, олардың негізгісі сарысу болып табылады. Дәстүрлі тамақ өнімдерін өндіру процестерін жетілдіру және инновациялық технологияларды әзірлеу жаңа технологиялар мен технологиялық жабдықтарды пайдалану кезінде ғана мүмкін болады. Мембраналық процестер сұйық сүт өнімдерін фракциялау мен концентрациялауды қолдану үшін кеңінен қолданылады, бұл шикізатты қайта өңдеу мәселелерін жаңа жолмен шешуге мүмкіндік береді және тағамның жаңа түрлерін дамытуға мүмкіндіктер ашады.

Мақсаты: Қазақстанда сүт сарысуын өндіру мен өндеуге талдау жасау. Мембраналық технологиялардың негізгі түрлерін және оларды Қазақстан Республикасында сүт өнеркәсібінде пайдаланудың артықшылықтарын қарастыру. Сүт сарысуын өндеудегі мембраналық технологиялардың рөлін негіздеу, сүт сарысуының минералсыздандырылуын қамтамасыз ету, биологиялық құндылығы жоғары және тұтынушылық қасиеттері бар өнімдерді алу, энергия тасымалдаушылардың құнын төмендету, көлік шығындарын үнемдеу мақсатында шикізат көлемін азайту үшін мембраналық өңдеу әдістерін енгізудің әртүрлі тәсілдерін сипаттау, сүттің қатты заттарын қалдықсыз өңдеу, суды қайталама пайдалану.

Әдістері: әдеби көздерді, сүт шикізатын және қайталама сүт өнімдерін өндеудің мембраналық әдістерін зерттеу және талдау.

Нәтижелері және олардың маңыздылығы: Қазақстан Республикасында сүт өнімдерін өндіруде ресурс үнемдейтін мембраналық технологияларды қолдану мәселелері зерделенді, кәсіпорындардың экономикалық тиімділігін арттыру үшін осы проблемаларды шешу жолдары табылды, елдегі әлеуметтік және экологиялық тиімділікке оң әсерін тигізеді.

Түйінді сөздер: сүт сарысуы, газдың бөлінуі, первапорация, мембраналық айдау, баромембраналық процестер, электромембраналық процестер, электродиализ.

Кіріспе

Сүт өнеркәсібінің ғылыми-техникалық прогресінің ажырамас және базалық негізі халықтың кең ауқымының қажеттіліктеріне жауап беретін жоғары сапалы, бәсекеге қабілетті өнімдер шығаруды қамтамасыз ететін ресурс және энергия үнемдейтін, экологиялық қауіпсіз технологияларды дамыту болып табылады. Биологиялық құндылығы жоғары, оның ішінде сүт ақуыздары есебінен сау тамақ өнімдерін шығару көлемін құру және ұлғайту саласындағы міндеттер әлі де шешуді талап етеді.

2021 жылы Президент Қасым-Жомарт Тоқаев Қазақстан халқына Жолдауында аграрлық секторды дамыту, сондай-ақ Қазақстанда ауыл шаруашылығы шикізатын қайта өндеуге байланысты мәселелердің үлкен блогын қозғады. Ол ауылшаруашылық өнімдерін, соның ішінде сүт өнімдерін өндіру және өңдеу бойынша ірі экожүйелер желісін құруды тапсырды. Осы міндеттерді шешу үшін ауыл шаруашылығы министрлігі Қазақстан Республикасының АӨК дамыту жөніндегі 2021-2025 жылдарға арналған ұлттық жобаны іске асыру шеңберінде ішкі нарықты отандық өндірістің әлеуметтік маңызы бар азық-түлік тауарларымен, оның ішінде едәуір бөлігінде іргелес елдерден импортталатын өнімдермен 80%-ға қанықтыру мақсатын қойды [1, 2].

Сонымен қатар, 2022 жылы Қазақстанда «елішілік құндылықты және экспортқа бағдарланған өндірістерді дамыту бағдарламасы» бекітілді [3]. Қазіргі уақытта импортты алмастыру бағдарламасын іске асыру шеңберінде Қазақстанда жаңа сүт кәсіпорындары белсенді құрылуда және сүттің құрамдас бөліктерін шоғырландыру үшін мембраналық процестер енгізілуде.

Қазақстанның тұрақты азық-түлік базасын құрудың және оның тұрақты дамуының қазіргі заманғы тұжырымдамасы сыртқы экологиялық факторлардың адам денсаулығына әсерін нивелирлеуге мүмкіндік беретін функционалдық қасиеттері бар жаңа өнімдерді жасау үшін отандық өндірістің жануарлар мен өсімдік тектес шикізатын ұтымды және кешенді пайдалануды көздейді. Дәстүрлі тамақ өнімдерін өндіру процестерін жетілдіру және инновациялық технологияларды әзірлеу тек жаңа технологиялар мен технологиялық жабдықтарды пайдаланған кезде ғана мүмкін болады. Бірінші буын мембраналық процестерінің қолдану аясы - микро және ультрафилтрация, кері осмос, электродиализ және диализ – үнемі кеңейіп келеді. Соңғы жылдары екінші буынның мембраналық процестері де белсенді дамуда-газды бөлу, первапорация, мембраналық дисилляция және сұйық мембраналардың көмегімен бөліну [4].

Сүт шикізатын, оның ішінде сарысуды өңдеудің мембраналық әдістерін қолдану қарқынды дамуда. Сүт өнеркәсібіндегі мембраналық технологиялардың ішінде ультрафилтрация кең таралды. Бұл технология ақуыздарды шоғырландыру және олардың полипептидтік профилінің төмен энергетикалық шығындарымен бағытталған реттеу үшін үлкен әлеуетке ие. Сонымен қатар, ультрафилтрация процесінің механизмдерін қарқындату және жүйелеу мәселесі, әсіресе жұмыс істеу ұзақтығын арттыру саласында, жеткілікті зерттелмеген. Жоғарыда айтылғандарға байланысты бұл ғылыми бағыт Қазақстандағы зерттеудің өзекті тақырыбы болып табылады.

Сүттің ең құнды компоненттерінің бірі-сарысудағы ақуыздар, олардың мөлшері сарысуда 1 % жетеді. Сарысу ақуыздары (альбуминдер мен глобулиндер) ең құнды биологиялық қасиеттерге ие, олардың құрамында өмірлік маңызды аминқышқылдарының оңтайлы жиынтығы бар және тамақтану физиологиясы тұрғысынан «идеалды» ақуыздың аминқышқылдық шкаласына жақындайды. Қан сарысуындағы полипептидтер дене ақуыздарын құруда қолданылады [5].

Ресейлік ғалымдардың пікірінше, Сарысу сөзсіз көптеген маңызды қоректік заттардың көзі болып табылады, ең алдымен, майлар мен көмірсулардан айырмашылығы, денеде синтезделмейтін және тек тамақпен бірге келетін толық ақуыздар. Олар жасушаларды, тіндерді және мүшелерді құруға, ферменттер мен көптеген гормондарды, гемоглобинді және организмде маңызды және күрделі функцияларды орындайтын басқа қосылыстарды құруға арналған материал ретінде қызмет етеді [6].

1-кесте – Сарысудың әртүрлі түрлерінің физика-химиялық құрамы

Сарысу түрі	Тығыздық, кг/м3	Қышқылдық		Массалық үлес, %		
		титрленетін, °T	белсенді, pH	құрғақ заттар	лактоза	жалпы ақ тиін
Ірімшік	1024	15	6,25	5,85	4,25	0,62
Термоқышқыл	1024	20	5,75	5,80	4,88	0,41
Сүзбе	1022	60	4,55	5,90	4,55	0,55
Қоспасы термоқышқыл және сүзбе (1:1)	1023	40	4,80	5,85	4,72	0,49

2-кесте – Сарысу ақуыздарындағы маңызды аминқышқылдарының мөлшері «идеалды» ақуызбен салыстырғанда, г 100 г ақуызға

Амин қышқылы	Сарысу ақуыздары	«Мінсіз» ақуыз
Изолейцин	6,2	4
Лейцин	12,3	7
Лизин	9,1	5,5
Метионин	2,3	3,5
Цистин	3,4	

2-кестенің жалғасы

Фенилаланин	4,4	6
Тирозин	3,8	
Треонин	5,2	4
Триптофан	2,2	1
Валин	5,7	5

Мембраналық процестерді шартты түрде баромембраналық және электромембраналық деп бөлуге болады (оның ішінде электродиализ). Сүтті бөлу мен концентрациялаудың мембраналық әдістеріне ультрафилтрация, кері осмос, сондай-ақ электродиализ жатады [7].

Мембраналық технологиялардың түрлері мен сипаттамалары, оларды сүт өнеркәсібінде қолдану 3-кестеде келтірілген.

3-кесте – Мембраналық технологиялардың түрлері мен сипаттамалары, оларды сүт өнеркәсібінде қолдану

Процесс	Қолдану	Негізгі артықшылықтары
Электродиализ әдістері		
Электродиализ	Ірімшік, сүзбе және казеин сарысуын 50-ден 90%-ға дейін минералдандыру; ультракүлгін пермеат, майсыз сүт, лактулоза сиропы. Өндірісте қолданылады: құрғақ минералсыздандырылған сүт сарысуы; ауыз сүт; ашытылған сүт өнімдері; сүзбе өнімдері; «қоюландырылған сүт» типті өнімдер; балмұздақ.	Сүт сарысуын 96 %-ға дейін терең минералдандыру; реагентсіз тәсілмен Сарысудың қышқылдығын 16-20 °Т дейін төмендету; биологиялық құндылығы жоғары және тұтынушылық қасиеттері бар өнімдерді алу; шикі сүттің бір бөлігін босату арқылы сүт өндірісінің тиімділігін арттыру және оны дайын сүт өнімдерінің асортиментін ұлғайту және кеңейту үшін пайдалану; сүт өндірісінің ағындарын экожүйеге ағызуды барынша азайту. Лактоза өндірісінде өнімнің өнімділігі артады.
Баромембраналық әдістер		
Микрофилтрация (МФ) – 0,05-10 мкм диапазонындағы бөлшектердің мөлшері (бактериялар, сүттің майлы шарлары және казеиннің ірі мицеллалары)	Сүтті «суық пастерлеу» – 99,5 %; ірімшік тұзды ерітіндісін қалпына келтіру және санациялау; сүт компоненттерін фракциялау; ірімшік өндіру үшін сүттегі казеинді стандарттау; казеин концентраттары; сүт майын кетіру; құрғақ сүт және құрғақ Сарысу	0,2 мкм кеуек мөлшері бар мембраналар май бөлшектерінің 99,9 %, ал 1,4 мкм кеуек мөлшері бар мембраналар майдың 90-98 % – жира жояды; 1,4 мкм кеуек мөлшері бар мембраналар арқылы сүзілген сүттегі бактериялардың мөлшері ақуыздардың айтарлықтай сақталуынсыз екі ретке азаяды. Сарысуды микрофилтрациялау кезінде бактериялар, фосфолипидтер және казеин жойылады, бұл жоғары сапалы сарысу-ақуыз концентратын алуға және кейінгі ультрафилтрация кезінде ағын жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді
Ультрафилтрация (УК) – 0,001-0,05 мкм немесе 5000-500000 Далтон (казеин және Сарысу ақуыздары)диап азонындағы бөлшектердің мөлшері	Сүт және Сарысу ақуыздарын шоғырландыру; ірімшік өндіру; сүтті ақуыз және казеин бойынша стандарттау; ауыз сүт өндіру; декальцинациялау; төмен лактозалы сүт өндіруде лактоза мөлшерін азайту; сарысуы жоғары	Құрғақ заттардың массалық үлесін орта есеппен 12,5-тен 16 %-ға дейін арттырады және келесі кезеңдердің өнімділігін екі есеге арттыруға мүмкіндік береді; ірімшіктің өнімділігін арттырады; сүт ұю ферментін (60 %-ға дейін) және бактериялық ашытқыны тұтынуды азайтуға, ірімшіктің пісетін уақыты мен технологиялық процестің ұзақтығын азайтуға, өндіріс пен бақылау процестерін

3-кестенің жалғасы

	ақуызды концентраттарға негізделген Сарысудан жаңа өнімдер алу	автоматтандыруға мүмкіндік береді. Ақуыз концентраттарын 30-дан 95 %-ға дейін алуға мүмкіндік береді. Концентрация кезінде лактоза ерітіндісі мен тұздар да бөлінеді
Нанопермембраналық - 0,0005 - 0,001 мкм немесе 400 - 1000 Далтон (лактоза және кейбір аминқышқылдары) диапазонындағы бөлшектердің мөлшері	Сарысу мен пермеат концентрациясы; лактоза алу; тәтті және қышқыл сарысуды, Сарысу ақуызының концентратын, сүтті, ультрафильтрациядан кейінгі пермеатты ішінара минералдандыру; жартылай минералсыздандырылған Сарысу; құрғақ минералсыздандырылған Сарысу; жуғыш заттарды қалпына келтіру	Энергия тасымалдаушылардың құны кері осмос әдісімен шоғырланғаннан 1,2-1,3 есе аз, ал вакуум-булану әдісімен шикізаттың тиісті мөлшерін шоғырландырғанда 5-7 есе аз. Әрі қарайғы технологиялық операциялардың (электродиализ, вакуумдық булану, кристалдану, кептіру) энергия тұтынуын қарқындатуға және төмендетуге ықпал етеді
Кері осмос (КО) – бөлшектердің мөлшері 0,0005 мкм-ден аз немесе молекулалық салмағы 400 далтоннан аз	Сүт пен сүт сарысуын алдын ала шоғырландыру; қоюландырылған сүт, құрғақ Сарысу, құрғақ минералсыздандырылған Сарысу, Сарысу концентраттарын өндіру; су мен пермеатты өңдеу; ағынды сулардың құрамын бақылау	Шикізаттың барлық дерлік компоненттерін қатты заттардың массалық үлесіне дейін шамамен 18-20 % шоғырландыру. Көлік шығындарын үнемдеу мақсатында шикізат көлемін қысқарту, сүттің қатты заттарын қалдықсыз өңдеу; суды қайталама пайдалану
Ультрафильтрация (УФ) - 0,001 - 0,05 мкм немесе 5000-500000 Далтон (казеин және Сарысу ақуыздары) диапазонындағы бөлшектердің мөлшері	Сүт және Сарысу ақуыздарын шоғырландыру; ірімшік өндіру; сүтті ақуыз және казеин бойынша стандарттау; ауыз сүт өндіру; декальцинациялау; төмен лактозалы сүт өндіруде лактоза мөлшерін азайту; сарысуы жоғары ақуызды концентраттарға негізделген Сарысудан жаңа өнімдер алу	Құрғақ заттардың массалық үлесін орта есеппен 12,5-тен 16 % - ға дейін арттырады және келесі кезеңдердің өнімділігін екі есеге арттыруға мүмкіндік береді; ірімшіктің өнімділігін арттырады; сүт ұю ферментін (60 %-ға дейін) және бактериялық ашытқыны тұтынуды азайтуға, ірімшіктің пісетін уақыты мен технологиялық процестің ұзақтығын азайтуға, өндіріс пен бақылау процестерін автоматтандыруға мүмкіндік береді. Ақуыз концентраттарын 30-дан 95 %-ға дейін алуға мүмкіндік береді. Концентрация кезінде лактоза ерітіндісі мен тұздар да бөлінеді.
МФ, УК және НФ салыстырмалы түрде төмен қысымда (12 кгс/см ² -ден аз) жүретін процестерге жатқызылуы мүмкін, ЖШҚ-да шамамен 20 кгс/см ² немесе одан да көп қысым қажет		

Жоғарыда аталған әдістердің барлығында көлденең мембраналық ағынды сүзу қолданылады, онда жүктелетін ерітінді қысым астында мембрана арқылы өтеді. Ерітінді мембрана арқылы өтеді, ал қатты фракция (ретентат) кешіктіріледі, ал фильтрат (пермеат) жойылады. Мембраналар өткізілетін заттың шекті молекулалық салмағына, яғни мембранаға енбейтін ең кішкентай молекуланың молекулалық салмағына қарай жіктеледі. Алайда, мембрананы таңдау оның осы сипаттамасына байланысты ғана емес. Айта кету керек, дәстүрлі (жалпы қабылданған) сүзу әдетте 10 мкм – ден үлкен тоқтатылған бөлшектерді бөлу үшін қолданылады, ал мембраналық сүзу молекулалық өлшемдегі бөлшектерді бөледі – 10-4 мкм-ден аз.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу әдістемесінің негізінде отандық және шетелдік ғалымдардың сүт сарысуын кешенді өңдеу саласындағы еңбектері жатыр. Зерттеу жүргізу кезінде жалпы қабылданған (органолептикалық, микробиологиялық, физика-химиялық) және арнайы зерттеу әдістері қолданылды. Сүт-ақуыз концентратын алу үшін ультрафилтрацияны қолдана отырып, сүт өнімдерін фракциялау және концентрациялау үшін мембраналық әдіс таңдалды.

Нәтижелері

Эксперименттік зерттеулерде Павлодар облысының ең гүлденген шаруашылықтарының сау жануарларынан алынған сүт пайдаланылды (4-кесте).

4-кесте – Сүт шикізатының химиялық құрамы (2021-2022)

Үлгі нөмірі	Массалық үлес, %					
	қатты заттар		май		ақуыз	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Тәжірибе 1	12,89	13,16	4,11	4,29	3,4	3,4
Тәжірибе 2	12,66	12,69	3,76	3,82	3,4	3,3
Тәжірибе 3	12,62	12,76	4,00	4,21	3,2	3,3
Тәжірибе 4	12,85	12,82	4,19	4,14	3,3	3,3

Кестеде келтірілген деректерді талдау зерттелетін сүттің ҚР СТ 1733-2015 талаптарына сәйкестігін көрсетеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде ультрафилтрация процесінің келесі параметрлері анықталды:

- ультрафилтрацияға жіберілген ашытылған майсыз сүттің температурасы (48 ± 2) °C;
- пермеаттың салқындату температурасы 6-8 °C;
- пермеатты қолданар алдында оны сақтау уақыты-4-6 °C температурада 12 сағаттан аспайды;
- концентрация коэффициенті 3,5 (қажетті ақуыз концентрациясына байланысты белгіленеді).

Ультрафилтрация процесінде ретентаттың химиялық құрамы, белсенді қышқылдығы және сұйықтығы бақыланды. Сынамалар бүкіл ультрафилтрация процесінің қолданыстағы сапаны бақылау бағдарламасына сәйкес алынды. Нәтижелер 5-кестеде келтірілген.

5-кесте – Ультрафилтрацияға дейінгі және кейінгі зерттеу объектілерінің химиялық құрамы

Зерттеу нысандары	Химиялық құрамы	
	құрғақ заттар	оның ішінде ақуыз
Бақылау-ашытылған майсыз сүт		
Ультрафилтрацияға дейін	8,99	3,20
Ультрафилтрациядан кейін:		
ретентат	17,28	11,10
пермеат	5,75	0,06
Тәжірибе 1		
Ультрафилтрацияға дейін	9,28	3,28
Ультрафилтрациядан кейін:		
ретентат	17,84	11,45
пермеат	5,50	0,06
Тәжірибе 2		
Ультрафилтрацияға дейін	9,12	3,29
Ультрафилтрациядан кейін:		
ретентат	17,52	11,24
пермеат	5,83	0,06
Тәжірибе 3		
Ультрафилтрацияға дейін	9,25	3,30
Ультрафилтрациядан кейін:		
ретентат	17,78	11,41
пермеат	5,81	0,06

5-кестеде келтірілген деректерді талдау 3,4-ке тең шоғырланудың нақты факторын (коэффициентін) есептеуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, бақылау және тәжірибелік зерттеу объектілерінде негізгі компоненттердің химиялық құрамы бойынша сандық деректер бірдей дәрежеде өзгеретінін және осы экспериментте майсыз сүтті ашыту үшін қолданылатын ашытқы түрінің құрамына тәуелді емес екенін атап өткен жөн.

Сарысуды ультрафилтрациялау әдісімен алынған құрғақ сарысулық ақуыз концентраттарының құрамы 6-кестеде келтірілген.

6-кесте – Құрғақ сарысулық ақуыз концентраттарының құрамы

Көрсеткіш	КСБ 35	КСБ 55
Массалық үлес, %:		
құрғақ заттар	95,0	95,0
ақуыз	35,0	55,0
лактоза	48,0	25,0
минералды заттар	5,5	6,3
май	4,5	5,0

Талқылау

Ультрафилтрация (УК) процесінде концентрация коэффициентін өзгерту арқылы жоғары молекулалық салмағы бар сүт фракцияларын 0,1-ден 1,0 МПа-ға дейінгі жұмыс қысымында ұстауға (шығаруға) болады. Бұл жағдайда мембрана арқылы өтетін ағындар пермеат (ультрафилтрат) және ретентат (концентрат) болып бөлінеді. Қайталама сүт шикізатын толық қайта өңдеу отандық қайта өңдеу кәсіпорындары үшін өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл мәселені шешу қол жетімді бағамен сапалы өнім шығаруға жағдай жасайды, ол үнемі тұтынылған кезде біздің ел халқының өмір сүру деңгейін арттыруға ықпал етеді, сонымен қатар бірқатар экологиялық мәселелерді шешуге көмектеседі. Мұның бәрі кәсіпорындардың экономикалық тиімділігін арттырып қана қоймай, әлеуметтік және экологиялық тиімділікке де жағымды әсер етеді.

Қорытынды

Сарысу оны өңдеудің қол жетімді технологиялары болған кезде пайдалы заттардың көзі бола алады. Сарысуды ағынды суларға ағызу шикізатты ұтымсыз пайдалану ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортаға үлкен зиян келтіреді, өйткені Сарысу ыдыраған кезде улы заттар бөлінеді. Ақуыз мөлшері жоғары биологиялық құнды өнімдердің жаңа түрлерін алу үшін сарысуды қолдану үшін алдын-ала концентрация қажет, бұл процесті мембраналық концентрациямен жүргізген жөн. Мембраналық процестер бұл жағдайда Сарысу ақуыздарының табиғи қасиеттерін, демек, олардың биологиялық қасиеттерін мүмкіндігінше сақтауға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сайт АгроИнфо Спасти переработчика: как решить проблемы пищевой промышленности Казахстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroinfo.kz/spasti-pererabotchika-kak-reshit-problemy-pishhevoj-promyshlennosti-kazaxstana/>
- 2 Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». Об утверждении национального проекта по развитию агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021 – 2025 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 октября 2021 года № 732 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000732>
- 3 Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». Об утверждении Программы развития внутристрановой ценности и экспортоориентированных производств. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2022 года № 452 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000452>
- 4 Исламов М.Н. Перспективные направления использования мембранных технологий в пищевой индустрии / М.Н. Исламов, М.М. Омаров // Пищевая промышленность., 2015. – № 10. – С. 16-18.

- 5 Темербаева М.В., Гаврилова Н.Б., Урюмцева Т.И., Кайниденов Н.Н. Перспективы использования мембранных технологий в производстве молочных продуктов / Качество продукции, технологий и образования: Материалы XIV Международной научно-практической конференции (30 апреля 2019 года). – Магнитогорск: Изд-во гос.техн.ун-та им. Г.И. Носова, 2019. – С. 231-234.
- 6 Просеков, А.Ю. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности / А.Ю. Просеков, М.Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 4 (15). – С. 68–71.
- 7 Л.А. Неменушная. Ресурсосберегающие мембранные технологии переработки молочного сырья / Л.А. Неменушная, Л.Ю. Коноваленко // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. – № 3 (27). – С. 68-71.

REFERENCES

- 1 Sait AgroInfo [AgroInfo website]. Spasti pererabotchika: kak reshit' problemy pishchevoy promyshlennosti Kazakhstana [Save the processor: how to solve the problems of the food industry in Kazakhstan]. agroinfo.kz. Retrieved from <https://agroinfo.kz/spasti-pererabotchika-kak-reshit-problemy-pishhevoj-promyshlennosti-kazakhstan/> [in Russian].
- 2 Informatsionno-pravovaya sistema normativnykh pravovykh aktov Respubliki Kazakhstan «Әділет» [Information and legal system of normative legal acts of the Republic of Kazakhstan «Adilet»]. Ob utverzhdenii natsional'nogo proyekta po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazakhstan na 2021 – 2025 gody. Postanovleniye Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 12 oktyabrya 2021 goda № 732 [On approval of the national project for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2021-2025. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 12, 2021 No. 732]. adilet.zan.kz. Retrieved from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000732> [in Russian].
- 3 Informatsionno-pravovaya sistema normativnykh pravovykh aktov Respubliki Kazakhstan «Әділет» [Information and legal system of normative legal acts of the Republic of Kazakhstan «Adilet»]. Ob utverzhdenii Programmy razvitiya vnutristranovoy tsennosti i eksportooriyentirovannykh proizvodstv. Postanovleniye Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 30 iyunya 2022 goda № 452 [On approval of the Program for the development of domestic value and export-oriented industries. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated June 30, 2022 No. 452]. adilet.zan.kz. Retrieved from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000452> [in Russian].
- 4 Islamov, M.N., & Omarov, M.M. (2015). Perspektivnyye napravleniya ispol'zovaniya membrannykh tekhnologiy v pishchevoy industrii [Promising directions for the use of membrane technologies in the food industry]. Pishchevaya promyshlennost – Food industry, 10, 16-18 [in Russian].
- 5 Temerbayeva, M.V., Gavrilova, N.B., Uryumtseva, T.I., & Kaynidenov, N.N. (2019). Perspektivy ispol'zovaniya membrannykh tekhnologiy v proizvodstve molochnykh produktov [Prospects for the use of membrane technologies in the production of dairy products]. Kachestvo produktsii, tekhnologii i obrazovaniya: XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (30 aprelya 2019 hoda) – 14th International Scientific and Practical Conference. (pp. 231-234). Magnitogorsk: Izdatel'stvo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni G.I. Nosova [in Russian].
- 6 Prosekov, A.YU., & Kurbanova, M.G. (2009). Analiz sostava i svoystv belkov moloka s tsel'yu ispol'zovaniya v razlichnykh otraslyakh pishchevoy promyshlennosti [Analysis of the composition and properties of milk proteins for the purpose of using them in various branches of the food industry]. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv – Technique and technology of food production, 4, 68-71 [in Russian].
- 7 Nemenushchaya, L.A., & Konovalenko, L.YU. (2017). Resursosberegayushchiye membrannyye tekhnologii pererabotki molochnogo syr'ya [Resource-saving membrane technologies for processing dairy raw materials]. Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo institute mekhanizatsii zhivotnovodstva – Bulletin of the All-Russian of animal husbandry mechanization, 3, 68-71 [in Russian].

Ф.Х. Смольникова¹¹ Университет Шакарима, Казахстан**Современное состояние переработки молочной сыворотки
в пищевой промышленности**

В Казахстане в рамках реализации Программы развития внутристрановой ценности и экспортоориентированных производств активно модернизируются и создаются новые современные молочные предприятия, на которых внедряются мембранные процессы для концентрирования составных частей молока. Это необходимо для рационального и комплексного использования сырья, в том числе за счет переработки вторичных ресурсов, основным из которых является сыворотка. Совершенствование процессов производства традиционных пищевых продуктов и разработка новых продуктов возможны только при использовании новейших технологий и технологического оборудования. Мембранные процессы находят широкое применение в использовании фракционирования и концентрирования жидких молочных продуктов, что позволяет по-новому решать вопросы переработки сырья и открывает возможности в разработке новых видов продуктов питания.

Статья посвящена вопросу производства и переработки молочной сыворотки в Казахстане. Рассмотрены основные виды мембранных технологий и преимущества их использования в молочной промышленности в Республике Казахстан. Обоснована роль мембранных технологий при переработке молочной сыворотки, описаны различные способы внедрения мембранных методов переработки для обеспечения деминерализации молочной сыворотки, получения продуктов с высокой биологической ценностью и потребительскими свойствами, снижения стоимости энергоносителей, сокращения объемов сырья с целью экономии транспортных затрат, безотходная переработка сухих веществ молока, вторичное использование воды.

В настоящей статье проанализированы проблемы применения ресурсосберегающих мембранных технологий в производстве молочных продуктов в Республике Казахстан, пути решения существующих проблем, связанных с повышением экономической эффективности предприятий. Обосновано благоприятное влияние применения мембранных технологий на социальной и экологической аспекты переработки молочной сыворотки в стране.

Ключевые слова: молочная сыворотка, газоразделение, первапорация, мембранная дистилляция, баромембранные процессы, электромембранные процессы, электродиализ.

F.H. Smolnikova¹¹ Shakarim University, Kazakhstan**Current state of whey processing in the food industry**

In Kazakhstan, within the framework of the Program «Development of domestic value and export-oriented industries», new modern dairy enterprises are being actively modernized and new modern dairy enterprises are being created, where membrane processes are being introduced to concentrate the components of milk. This is necessary for the rational and integrated use of raw materials, including through the processing of secondary resources, the main of which is whey. Improving the production processes of traditional food products and developing innovative ones is possible only with the use of the latest technologies and technological equipment. Membrane processes are widely used for the use of fractionation and concentration of liquid dairy products, which allows for a new solution to the processing of raw materials and opens up opportunities in the development of new types of food products.

The article is devoted to the issue of production and processing of whey in Kazakhstan. The main types of membrane technologies and the advantages of their use in the dairy industry in the Republic of Kazakhstan are considered. The role of membrane technologies in the processing of whey is substantiated, various methods of introducing membrane processing methods to ensure the demineralization of whey, obtaining products with high biological value and consumer properties, reducing the cost of energy carriers, reducing the volume of raw materials in order to save transport costs, non-waste processing of milk solids are described. , recycling water.

This article analyzes the problems of using resource-saving membrane technologies in the production of dairy products in the Republic of Kazakhstan, ways to solve existing problems associated with increasing the economic efficiency of enterprises. The favorable impact of the use of membrane technologies on the social and environmental aspects of whey processing in the country is substantiated.

Key words: milk whey, gas separation, pervaporation, membrane distillation, baromembrane processes, electromembrane processes, electrodialysis.

Қолжазбаның редакцияға келіп түскен күні: 22.09.2024 ж.

ӘОЖ 637.138
МРНТИ 65.63.33

DOI: <https://doi.org/10.37788/2024-3/79-86>

М.В. Темербаева^{1*}, Е.Ф. Краснопёрова¹

¹Инновациялық Еуразия университеті, Қазақстан

*(e-mail: marvik75@yandex. ru)

Балқытылған ірімшіктердің реологиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері

Аңдатпа

Негізгі мәселе: Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың Жолдауында алға қойылған басым міндеттерді шешу аясында тамақ өнеркәсібін, оның ішінде сүт өнімдерін дамытуға зор рөл беріліп отыр. Тамақ өнімдерінің сапасын, биологиялық, тағамдық құндылығын және қауіпсіздігін арттыру үшін био және нанотехнологиялар жетістіктерін пайдалана отырып, өсімдік және жануарлардан алынатын шикізатты өңдеу саласындағы салалық ғылымның алдында үлкен міндеттерді шешу керек. Өндірістің өзінің, сондай-ақ Қазақстан Республикасы халқының өмір сүруінің экономикалық, әлеуметтік және экологиялық аспектілерін жақсарту мақсатында өсімдік және жануар текті шикізатты кешенді өңдеуді ұйымдастырудың жаңа тәсілдері қажет. Өңделген ірімшіктердің кең ауқымына қарамастан, ол үнемі жаңартылып отырады. Бұл тағамтану ғылымының талаптарын қанағаттандыру қажеттілігімен, тұтынушылар сұранысының өзгеруімен, сонымен қатар шикізаттың болуымен және ірімшіктің белгілі бір түрінің пайдалылығы туралы ойлармен түсіндіріледі. Зерттеудің жұмыс гипотезасы шикізатты балқыту үшін ортаның белсенді қышқылдығына әсер ететін, құрылымын тұрақтандыратын, ылғалды байланыстыратын және дайын өнімнің консистенциясы мен органолептикалық көрсеткіштерін жақсартатын реагенттерді қолдануға болады деген болжам болды.

Мақсаты: Сырды балқыту процесі туралы теориялық мәлімет беру. Балқу процесі шикізат белок мицеллаларының әртүрлі формаларымен тығыз байланысты екенін көрсетіңіз. Өңделген ірімшік құрылымының қалыптасуына тұз – балқытқыштың түрі мен мөлшерінің әсерін анықтау. Тәжірибелік өнімдердің реологиялық көрсеткіштерін анықтаңыз. Өңделген ірімшіктердің скорингіне сәйкес тәжірибелік өнімдердің органолептикалық көрсеткіштерін бағалау. Судың белсенділік индексі (aw) белгілеңіз, тәжірибелік өнімдердің микробиологиялық көрсеткіштерін анықтаңыз.

Әдістері: Әдеби дереккөздерді зерттеу және талдау, реологиялық әдістер, сүт өнімдерінің сүт шикізатын органолептикалық зерттеу.

Нәтижелер және олардың маңыздылығы: Сыр ірімшігінің балқыту процесі зерттелді. Өңделген ірімшік құрылымының қалыптасуына тұз – балқытқыштың түрі мен мөлшерінің әсері анықталды. Эксперименттік өнімдердің органолептикалық көрсеткіштері өңделген ірімшіктердің балдық көрсеткіштеріне сәйкес бағаланды.

Түйінді сөздер: өңделген ірімшік, шикізат, балқыту тұзы, құрылым түзілуі, консистенциясы, органолептикалық көрсеткіштері, реологиялық көрсеткіштері, су белсенділігі.

Кіріспе

Кез келген елдегі ең өзекті мәселелердің бірі – халықтың өмір сүру деңгейін көтеру. Республика аймақтарындағы күрделі экономикалық және экологиялық жағдайға байланысты Қазақстан Республикасы халқының тамақтануын жақсарту өзекті мәселе болып табылады. Осыған байланысты тамақ өнеркәсібі саласында ерекше назар аударуды қажет ететін маңызды мәселелер мыналар болып табылады: дәстүрлі емес жергілікті шикізат негізінде пробиотикалық әрекеттегі биологиялық белсенді қоспалармен және ақуызбен байытылған жаңа экологиялық таза функционалды тамақ өнімдерін жасау.

2021 жылы Президент Қасым-Жомарт Тоқаев Қазақстан халқына Жолдауында ауыл шаруашылығы саласын дамыту мәселелерінің ауқымды блогына, сондай-ақ Қазақстанда ауыл шаруашылығы шикізатын өңдеуге қатысты мәселелерге тоқталды. Ауыл шаруашылығы өнімдерін, оның ішінде сүт өнімдерін өндіру мен өңдеудің ірі экожүйелерінің желісін қалыптастыруды тапсырды. Осы мәселелерді шешу үшін Ауыл шаруашылығы министрлігі