

Fridrun Podczeck // Chem. Pharm. Bull. - 2000. - № 48 (7).-P. 951-956.

8. Оспанов А.Б. Велямов Ш.М. и др. Использование плодово-ягодных концентратов для технологии капсулирования и дальнейшего использования в составе живых йогуртов на основе овечьего и козьего молока // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». - 2021. - Т. 9, № 3. - С. 23-31.

REFERENCES

1. Pat. 2223014 Ros. Federacija: MPK6 C05K1/36. Modificirovannaja zhelatinovaja osnova dlja kasulirovaniya mnogokomponentnyh pishhevyyh dobavok na osnove rybnyh zhirov / S.R.Derkach, G.Voron'ko // ВІРМ. – 15. (in Russ)

2. Pat. RU2179845C1 Ros. Federacija: MPK A61K9/50. Sposob inkapsulirovaniya zhidkih vodosoderzhashhih produktov v polupronicaemye kapsuly / Zaval'nyj M.A. // Zaval'nyj Mihail Aleksandrovich. – 10. (in Russ)

3. Pat. RU210109980A. Ros. Federacija: 2014109980/15. Sposob poluchenija chastic inkapsulirovannogo v al'ginat natrija aromatizatora «fejhoa», obladajushhego supramolekuljarnymi svojstvami / Krolevec A.A. // Krolevec Aleksandr Aleksandrovich. – 11.Ivanova N.A. Razrabotka tekhnologii proizvodstva myagkih zhelatinovyh kapsul s gidrofil'nymi napolnitelyami rotacionno-

matrichnym metodom: avtoref. kandidat farmacevticheskikh nauk: 14.04.01 - Perm', 2013 - 26 s. (in Russ)

4. All about hard gelatine capsules. Firm «Capsugel». - Basel : Switzerland, 1994.- 47 p.

5. Bueno, Antonio González. Innovation vs. tradition: the election of an european way toward pharmaceutical industrialisation, 19th-20th centuries / Antonio González Bueno, Raúl Rodríguez Nozal // An. R. Acad. Nac. Farm. - 2010 - № 76 (4). - P. 459.

6. Chiwele, I. The shell dissolution of various empty hard capsules / Irene Chiwele, Brian E. Jones, Fridrun Podczeck // Chem. Pharm. Bull. - 2000. - № 48 (7).-P. 951-956.

7. Ospanov A.B. Velyamov Sh.M. i dr. Ispol'zovanie plodovo-yagodnyh koncentratov dlja tekhnologii kapsulirovaniya i dal'nejshego ispol'zovaniya v sostave zhivyh jogurtov na osnove ovech'ego i koz'ego moloka // Vestnik YuUrGU. Seriya "Pishchevye i biotekhnologii". - 2021. - Т. 9, № 3. - S. 23-31.

8. Ospanov A.B. Veljamov Sh.M. i dr. Ispol'zovanie plodovo-yagodnyh koncentratov dlja tekhnologii kapsulirovaniya i dal'nejshego ispol'zovaniya v sostave zhivyh jogurtov na osnove ovech'ego i koz'ego moloka // Vestnik JuUrGU. Seriya «Pishchevye i biotekhnologii». - 2021. - Т. 9, № 3. - S. 23-31. (in Russ)

УДК 664.663 (043)
МРНТИ 65.34

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-81-87>

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ КОМПОЗИТНОГО СОСТАВА

¹С.Д. МУСАЕВА*, ¹А.Ж. ИМАНБАЕВ, ²Ж.А. ИСКАКОВА

¹Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова, Казахстан, 160000,
г. Шымкент, пр.Тауке-хана 5

²Казахский Национальный аграрный исследовательский университет,
Казахстан, 050060, Алматы, пр. Абая 28)

Электронная почта автора-корреспондента: saltanat_mussayeva@yahoo.com*

Разработана математическая модель процесса приготовления теста с применением композитной смеси из овсяной и пшеничной муки I-сорта, с целью определения оптимальных параметров конечного продукта. В качестве критерия оптимизации приняты органолептические показатели и пищевая ценность хлеба. Входными факторами являлись: влажность теста W_t , количество вносимой овсяной муки N_m и кислотность теста K_t .

Ключевые слова: овсяная мука, математическое моделирование, оптимизация режимов, пищевая ценность.

КОМПОЗИТТИ ҰННАН ЖАСАЛЫНҒАН ҚАМЫРДЫ ДАЙЫНДАУ РЕЖИМІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

¹С.Ж. МҰСАЕВА*, ¹А.Ж. ИМАНБАЕВ, ²Ж.А. ИСКАКОВА

(¹«М.Әуезов атындағы Оңтүстік-Қазақстан университеті», Қазақстан, 160000,
Шымкент қ., Тәуке-хан даң. 5

²«Қазақ Ұлттық аграрлы зерттеу университеті», Қазақстан, 050060, Алматы, Абая даң. 28)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: saltanat_mussayeva@yahoo.com*

Дайын өнімнің оңтайлы параметрлерін анықтау мақсатында сұлы ұнын пайдаланып қамырды дайындау процесінің математикалық моделі жасалынды. Оңтайландыру критерийі ретінде келесі нанның сапасы мен тағамдық құндылығы алынды. Бастапқы факторлары: Wқ- қамырының ылғалдылығы, Nm-сұлы ұнының мөлшері және Kқ- қамырдың қышқылдығы.

Негізгі сөздер: сұлы ұны, математикалық модельдеу, режимді оңтайландыру, тағамдық құндылық.

OPTIMIZATION OF THE DOUGH PREPARATION MODES USING COMPOSITE FLOUR

¹S.J. MUSSAYEVA*, ¹A.ZH. IMANBAYEV, ²ZH.A. ISKAKOVA

(¹«M.Auezov South Kazakhstan University», Kazakhstan. 160000, Shymkent, Tauke-Khan, 5 Ave.

²«Kazakh National Agrarian Research University», Kazakhstan, 050060, Almaty, 28 Abaya Ave.)
Corresponding author e-mail: saltanat_mussayeva@yahoo.com*

To determine the optimal parameters of the final product, a mathematical model of the dough preparation process using oatmeal was developed. As a criterion for optimization, we took the following indicators: organoleptic properties and nutritional value of bread. Input factors: moisture content of WT dough, NM oatmeal content, and acidity of the CT test.

Keywords: oat flour, mathematical modeling, optimization of regimes, nutritional value.

Введение

Анализ научно-технической литературы и основных тенденций развития хлебопекарной промышленности показал перспективность и актуальность комплексного использования сырьевых ресурсов, необходимость создания новых видов сырья. Особое значение при аналитическом проектировании новых видов продуктов отводится показателям пищевой, энергетической и биологической ценности, по которым определяется степень соответствия продукта физиологическим нормам потребности организма [1,2].

Формирование оптимального состава композитной смеси из овсяной и пшеничной муки I-сорта для приготовления хлеба с высокой пищевой ценностью и качества, как правило, связано с необходимостью нахождения некоторой совокупности значений, влияющих факторов, при которых параметр оптимизации принимает экстремальное значение. Во многих случаях практики исследования зависимость

параметра оптимизации от технологических параметров (входных факторов) неизвестна и настолько сложна, что аналитическое исследование ее вызывает трудности. В подобных случаях используют математическую теорию планирования экспериментов, которая позволяет найти область оптимальных параметров при постановке наименьшего количества экспериментов.

Материалы и методы исследований

В работе применяли метод ротативного планирования второго порядка (план Бокса).

Результаты и их обсуждение

Чтобы определить наилучшие режимы приготовления хлеба и оптимальные параметры конечного продукта, обычно пользуются критериями оптимизации.

В качестве критерия оптимизации нами приняты следующие показатели хлеба: качественный – объем; пищевая ценность – содержание железа и йода.

Процесс приготовления хлеба определяется несколькими технологическими параметрами (входными факторами), к числу которых относятся: влажность теста W_T , количество вносимой овсяной муки N_M и кислотность теста K_T .

Существует несколько методов математического планирования эксперимента, среди которых наиболее удобным для описания технологической модели приготовления хлеба с достаточной степенью точности, является ротатбельное планирование второго порядка.

Таблица 1. Интервалы и уровни варьирования входных факторов в экспериментах с применением овсяной муки

Факторы		Уровни варьирования					Интервал варьирования
Натуральные	Кодированные	-1,682	-1	0	+1	+1,682	0
Влажность теста, W_T %	X_1	39,7	40,4	41,4	42,4	42,7	1
Количество овсяной муки, N_M %	X_2	13,2	20	30	40	46,8	10
Кислотность теста, K_T град.	X_3	2,7	3	3,5	4	4,3	0,5

В связи с этим в дальнейшем рассматривается ротатбельный план второго порядка (план Бокса) при $K=3$, позволяющий получить оптимальную совокупность входных факторов, влияющих на процесс пригото-

вления хлеба, при которых критерий принимает экстремальное значение.

Интервалы и уровни варьирования входных факторов представлены в таблице-1, а результаты опытов отражены в матрице планирования, которые представлены в таблице-2.

Таблица 2. Матрица планирования и результаты эксперимента

№	Матрица планирования			Объем хлеба			
	X_1	X_2	X_3	\bar{y}	y_p	$\left(\bar{y} - y_p\right)^2$	$\left(y_{0j} - \bar{y}_0\right)^2$
1	+1	+1	+1	965	966,43	2,04	
2	+1	+1	-1	980	982,99	8,93	
3	+1	-1	+1	1145	1174,30	858,72	
4	+1	-1	-1	1155	1168,36	178,63	
5	-1	+1	+1	905	907,80	7,85	
6	-1	+1	-1	965	951,86	172,56	
7	-1	-1	+1	1130	1143,18	173,69	
8	-1	-1	-1	1150	1164,74	217,28	
9	-1,682	0	0	1075,00	1069,04	35,47	
10	+1,682	0	0	1145,00	1121,33	560,11	
11	0	-1,682	0	1200,00	1162,37	1415,76	
12	0	+1,682	0	800,00	808,94	79,93	
13	0	0	-1,682	1125,00	1118,67	40,09	
14	0	0	+1,682	1110,00	1086,64	545,44	
15	0	0	0	1125	1120,10	23,97	44,44
16	0	0	0	1115	1120,10	26,05	11,11
17	0	0	0	1120	1120,10	0,01	2,78
18	0	0	0	1100	1120,10	404,17	336,11
19	0	0	0	1125	1120,10	23,97	44,44
20	0	0	0	1125	1120,10	23,97	44,44
Σ				21560		4798,66	483,33

Гипотезу об адекватности модели проверяем с помощью критерия Фишера. В

таблице 3 предоставлены значения доверительных интегралов. Получены расчетные зна-

чения критерия Фишера $F_{расч}$; число степеней свободы для большей 5 и меньшей 5 дисперсий. Зная значения дисперсии, находим таб-

личное значение критерия Фишера для доверительной вероятности 0,95% $F_{табл}=9,01$.

Таблица 3. Значения доверительных интервалов

Вид муки	Выходные параметры процесса	Доверительный интервал			
		Δb_0	Δb_i	Δb_{ii}	Δb_{ij}
Овсяная	Y_S	3,27	1,44	1,36	2,46

Таким образом, учитывая, что $F_{расч} < F_{табл}$ математическая модель технологии хлеба с использованием овсяной муки можно считать адекватной с 95% доверительной вероятностью.

Как известно, коэффициент уравнения регрессии является значимым, если его абсолютная величина больше доверительного интервала ($b_i > \Delta b_i$). В противном случае он считается незначимым и может быть исключен из дальнейшего рассмотрения модели [3].

Сравнивая значения доверительных интервалов из таблицы 3 с соответствующи-

ми коэффициентами регрессии в таблице 4 можно сделать вывод о том, что эффекты взаимодействия входных факторов незначительны, и можно было бы ими пренебречь. Однако, поскольку нам предстоит осуществить поиск оптимума функций откликов с наибольшей точностью, то следует не исключать незначимых коэффициентов из уравнений регрессии [4]. С учетом сказанного получим следующие уравнения регрессии:

$$y_s = 1180 + 15,56x_1 - 105,19x_2 - 9,53x_3 + 6,87x_1x_2 + 6,87x_1x_3 - 5,62x_2x_3 \quad (1)$$

После раскодирования независимых переменных с (1) получим уравнения регрессии при натуральных значениях факторов:

$$\varepsilon = -12275,75 + 677,75W_T - 6,46N_M - 381,47K_T + 0,69W_TN_M + 13,75W_TK_T - 1,12N_MK_T - 8,83W_T^2 - 0,48N_M^2 - 24,73K_T^2 \quad (2)$$

Таблица 4. Коэффициенты уравнений регрессии выходных параметров

Коэффициенты	Овсяная мука		
	Y_1		
	при кодированных значениях факторов	при натуральных значениях факторов	
b_0	1120,10397	B_0	-12275,7476
b_1	15,56232	B_1	677,7471
b_2	-105,188	B_2	-6,46241
b_3	-9,53064	B_3	-381,473
b_{12}	6,875	B_{12}	0,6875
b_{13}	6,875	B_{13}	13,75
b_{23}	-5,625	B_{23}	-1,12500
b_{11}	-8,82772	B_{11}	-8,82772
b_{22}	-1,76357	B_{22}	-0,47636
b_{33}	-6,18172	B_{33}	-24,7269
Расчетное значение критерия Фишера $F_{расч}$			
$F_{табл}=9,01$	8,93		

Изучение объекта исследования проводили при помощи графического метода (изучение поверхности отклика с помощью

двухмерных сечений), позволяющего получить наглядное представление о закономерностях изменения критериев при варьирова-

нии факторов. Для этого необходимо полученное адекватное уравнение второго поряд-

ка по плану Бокса преобразовать в уравнение канонического вида [3,4]:

$$Y - Y_s = B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + \dots + B_{RR}X_R^2, \tag{3}$$

Следовательно, чтобы построить отклики двухмерных сечений для изучения закономерности критериев при варьировании факторов необходимо определить систему координат точки и значения критерия оптимизации в новом центре Y_s .

После канонического преобразования моделей второго порядка были получены уравнения регрессии в канонической форме, параметры которых, вычисленные на ЭВМ и необходимые для графического анализа поверхно-

стей отклика методом двухмерных сечений для внесения овсяной муки, приведены в таблице 5.

Как видно, коэффициенты канонических уравнений имеют одинаковые знаки. Следовательно, поверхности отклика во всех парных сочетаниях факторов будут иметь эллиптическую форму. Уравнение (3) использовали для построения линии равных значений отклика, которые имели вид эллипса.

Таблица 5. Параметры, характеризующие поверхности отклика

Номера факторов	Координаты центра поверхности	Центр оптимума	Угол поворота осей координат	Коэффициенты регрессии в канонической форме
1-2	$X_1=0,46$ $X_2=-0,17$	$y_s=1180$	$\tau=5^\circ$	$B_{1-1}=-8,53$ $B_{2-2}=-1,79$
1-3	$X_1=0,74$ $X_3=-0,36$	$y_s=1177$	$\tau=-34,5^\circ$	$B_{1-1}=-11,19$ $B_{3-3}=-3,82$
2-3	$X_2=-0,19$ $X_3=-0,28$	$y_s=1179$	$\tau=3,9^\circ$	$B_{2-2}=-1,78$ $B_{3-3}=-5,99$

Анализ двухмерных сечений (рис. 2) показывает, что необходимые значения критериев y_s , удовлетворяющие требованиям, предъявляемые к объему хлеба, достигаются

в рассматриваемой области поиска. Это означает, что уровни варьирования входных факторов при планировании экспериментов были приняты достаточно правильно.

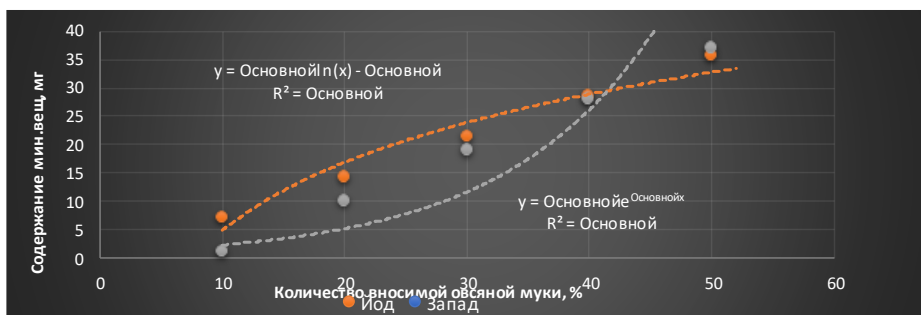


Рисунок-1. График зависимости содержания Fe и J в 100 г готового изделия от количества внесенной овсяной муки

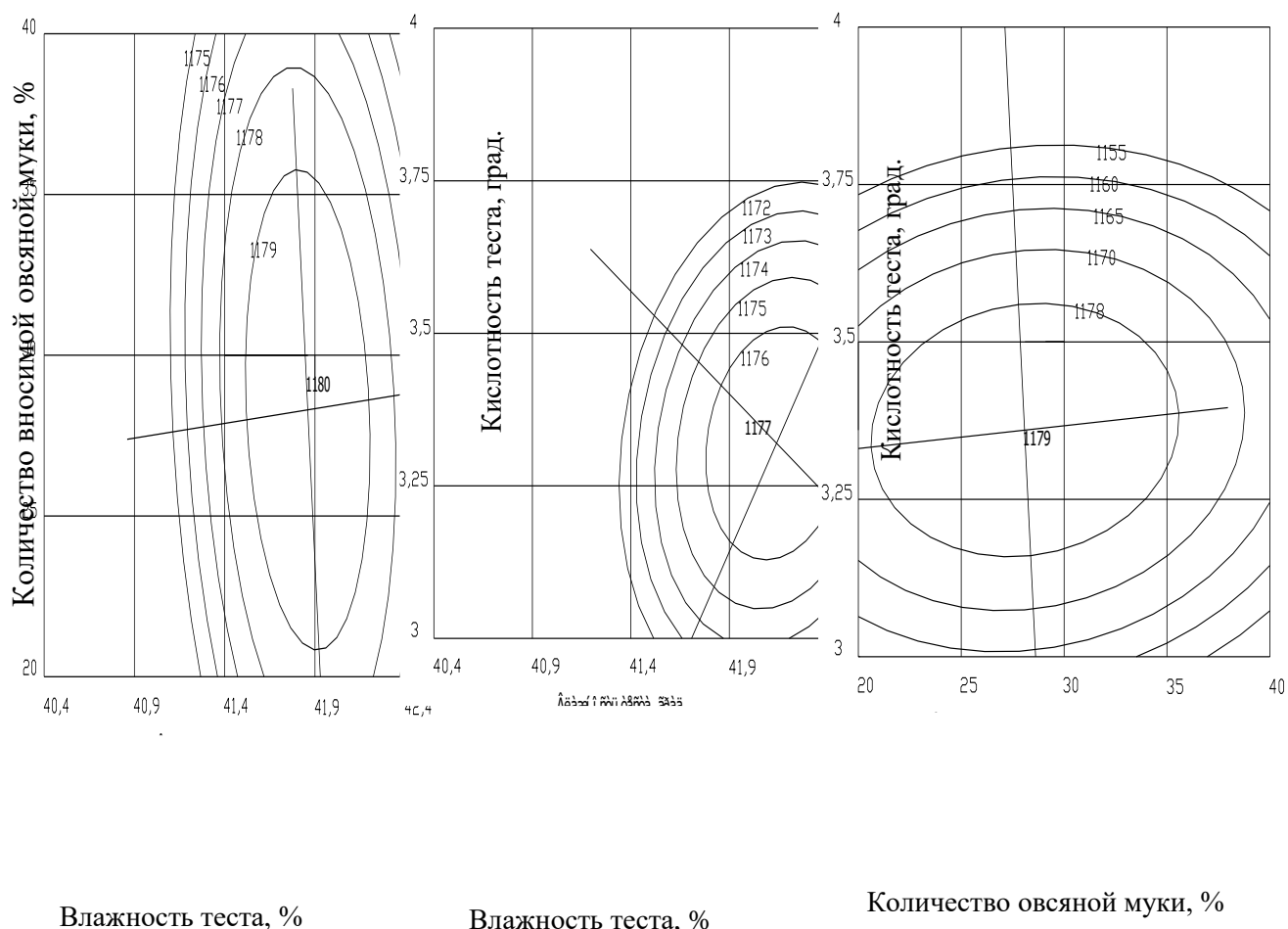


Рисунок-2. Двухмерные сечения для изучения влияния входных факторов на показатель объема хлеба при-готовленного на основе муки композитного состава из овсяной пшеничной 1-сорта.

а – X_1 и X_2 при $X_3=0$;

б – X_1 и X_3 при $X_2=0$;

в – X_2 и X_3 при $X_1=0$

Заключение, выводы

В результате реализации оптимизационной модели получены следующие оптимальные режимы замеса теста с использованием овсяной муки:

- влажность теста $W_T = 41,9 \%$
- количество вносимой овсяной муки

$$N_M = 27,5 \%$$

- кислотность теста $K_T = 3,4$ град

Таким образом, полученные результаты математического моделирования технологического процесса замеса теста с использованием овсяной муки в пшеничном хлебе, позволили научно обосновать оптимальные режимы приготовления хлеба с высоким содержанием минеральных веществ: $Fe=20,4$

мг, $J=481,6$ мкг и удельным объемом-1180 $см^3$, при которых достигаются наилучшие технологические показатели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахим А., Мусаева С.Д., Изтелиева Р.А Использование овсяной муки в производстве хлеба // Издәністер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2017. - № 6 (78) – С.252-257.
2. Пономарева Е.И., Ряжских В.И., Кавешников В.Ю., Застрогина Н.М. Прогнозирование пищевой ценности хлебобулочных изделий на основе математического моделирования биохимических превращений // Вестник ВГУИТ. - 2013.-№1. – С.63-67
3. Статистические методы анализа данных / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский, А. А. Рудяга [и др.]; под общ. ред. д.э.н., проф. Л. И. Ниворожкиной. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2016. –333 с.

4. Казаков А.В. Планирование эксперимента и измерение физических величин.-Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2014.-89 с.

REFERENCES

1. Abdrahim A., Musayeva S.D., Iztelieva R.A. The use of oat flour in bread production // Izdenister, natizheler - Research, results. - 2017. - No. 6 (78) pp.252-257

2. E.I.Ponomareva, V.I.Ryazhskikh, V.Yu.Kaveshnikov, N.M.Zastrogina. Forecasting the

nutritional value of bakery products based on mathematical modeling of biochemical transformations // Vestnik VGUIT. -2013.-No.1. pp.63-67

3. Statistical methods of data analysis / L. I. Nivorozhkina, S. V. Arzhenovsky, A. A. Trudyaga [et al.]; under the general editorship of Doctor of Economics, prof. L. I. Nivorozhkina. - M.: RIOR: INFRA-M, 2016. -333 p.

4. Kazakov A.V. Experiment planning and measurement of physical quantities.-Perm: Perm National Research Polytechnic University, 2014.-89 p.

IRSTI 65.63.03

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-87-94>

RESEARCH OF QUALITATIVE INDICATORS OF MARE'S MILK IN FARMS OF ALMATY REGION

¹T.CH. TULTABAYEVA, ¹U.T. ZHUMANOVA, ²M.CH. TULTABAYEV, ¹A.K. SHOMAN*

¹Kazakh Agrotechnical University named after Saken Seifullin, Kazakhstan, 010011,
Nur-Sultan, Zhenis avenue,62

² Kazakh University of Technology and Business, Kazakhstan, Nur-Sultan,
Kayim Mukhamedkhanova st 37A)

Corresponding author e-mail: a.tultabayeva@mail.ru*

As you know, mare's milk is used for the prevention of lung diseases, as well as for the treatment of gastrointestinal diseases to restore the disturbed intestinal microflora. In this regard, it is especially important to preserve the physico-chemical characteristics of mare's milk during its storage before processing. The paper presents the results of studies of the technological characteristics of mare's milk produced in four peasant and farm farms of the Almaty region according to the seasons of the year. It is known that, having a high biological value, mare's milk, among other types of milk of farm animals, is the most suitable raw material in the production of dairy products for baby and dietary nutrition. Low fat and protein content, as well as high lactose content are distinctive characteristics of mare's milk. However, their content depends on the feeding conditions, breed and age, geographical location. It was found that the mass fraction of fat ranges from 1.2% to 2.8%, the mass fraction of protein was 2.0–2.36%, SOMO - 8.35-8.73%. Fluctuations in the quality indicators of mare's milk are explained by the influence of the season of the year, feeding and maintenance in various peasant and farm farms.

Keywords: mares milk, season of the year, fat, protein.

The materials were prepared within the framework of the project "Development of technologies for combined fermented milk protein products of long-term storage" of the scientific and technical program BR10764998 "Development of technologies using new strains of beneficial microorganisms, enzymes, nutrients and components in the production of special dietary foods" 2021-2023.