

Technol Biotechnol. 2015 Jun;53(2):163-170. PMID: 27904345; PMCID: PMC5068405.

16. Domínguez R, Gullón P, Pateiro M, Munekata PES, Zhang W, Lorenzo JM. Tomato as Potential Source of Natural Additives for Meat Industry. A Review. Antioxidants (Basel). 2020 Jan 15;9(1):73. doi: 10.3390/antiox9010073. PMID: 31952111; PMCID: PMC7022261.

17. Esen Eyiler, Aydin Oztan, Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive, LWT - Food Science and Technology, Volume 44, Issue 1, 2011, Pages 307-311, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.07.004>.

18. Qiu Zhuang Zhuang, Chin Koo Bok. Physicochemical Properties and Shelf-Life of Regular-Fat Sausages with Various Levels of Grape Tomato Powder Prepared by Different Drying Methods. Food Sci Anim Resour 2020; 40(5):722-733. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e47>

19. Arya A., Mendiratta S.K., Singh T.P., Agarwal R., Bharti S.K. Development of sweet and sour chicken meat spread based on sensory attributes:

process optimization using response surface methodology. Journal of Food Science and Technology. 2017 Dec;54(13):4220-4228. DOI: 10.1007/s13197-017-2891-2. PMID: 29184228; PMCID: PMC5686002.

20. Ana Arias, Gumersindo Feijoo, Maria Teresa Moreira, Exploring the potential of antioxidants from fruits and vegetables and strategies for their recovery, Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 77, 2022, 102974, ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102974>.

21. Patrycja Skwarek, Małgorzata Karwowska, Fruit and vegetable processing by-products as functional meat product ingredients -a chance to improve the nutritional value, LWT, Volume 189, 2023, 115442, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115442>.

22. Lau Ke Qi, Sabran Mohd Redzwan, Shafie Siti Raihanah. Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food. Frontiers in Nutrition. 2021, Volume 8, DOI.10.3389/fnut.2021.661693

МРНТИ 65.63.33

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-20-27>

СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМДЕРДІҢ САПА ПАРАМЕТРЛЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

¹Ф.Т. ДИХАНБАЕВА , ¹Я.М. УЗАКОВ , ¹Б.Д. ДАУЛЕТБАКОВ ,
²Ж.Ж. СМАИЛОВА , ¹Г.К. КУЗЕМБАЕВА , ³Э.Ч. БАЗЫЛХАНОВА  *

(¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ,
Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100
²Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті,
Қазақстан Республикасы, 120014, Қызылорда қ., Әйтеке би көш., 29А
³«С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ,
Қазақстан Республикасы, Астана қ., Желіс көш., 62)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ebazylkhanova@bk.ru*

Сүтқышқылды өнімдерінің оңтайлы сапа параметрлерін модельдеуге байланысты ғылыми тақырып аса өзекті болып табылады және халықты ағзаның пайдалы заттарға қажеттілігін қанағаттандыратын жоғары сапалы өнімдермен қамтамасыз ету бойынша қолданыстағы мемлекеттік бағдарламалар мен ұлттық жобалар жазықтығында ерекше орын алады. Компьютерлік математиканың сандық жүйелеріне негізделген есептеу әдістері рецептуралар мен параметрлерді модельдеуде ерекше мәнге ие, бұл арнайы және жаппай тамақтануға арналған сүтқышқылды өнімдерді өндіру процесіне барынша негізделген көзқараспен қарауға мүмкіндік береді. Бұл ғылыми мақалада пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, түйе сүті негізінде әзірленген сүтқышқылды өнімдердің рецептурасы мен сапа көрсеткіштерін математикалық модельдеу нәтижелері келтірілген. Модельдеу зерттелетін процестің математикалық моделін құрастыруда жиі қолданылатын «қара жәшік» тұжырымдамасын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Зерттеуді жоспарлау матрицасы 30 қайталанымнан тұрды және 100 л сүтті ашытуға қажетті барлық өзгермелі параметрлерді қамтыды (енгізілген пробиотикалық ашытқы мөлшері (0,1-0,3 кг), ашыту уақыты (4-12 сағат) және температурасы (30-34°C), қышқылдық (104-121°Т). Кіріс деректерін ескере отырып, сүтқышқылды өнім үшін әсер ету беті мен тең деңгейлі сызықтар анықталды, жеке көрсеткіштер үшін регрессия теңдеулері құрастырылды. Жүргізілген ғылыми жұмыстың нәтижесінде түйе сүті негізінде сүтқышқылды өнімдер өндіру үшін сапаның оңтайлы параметрлері анықталды: ашыту уақыты – 12 сағат, ашыту температурасы – 32 °С, сақтау мерзімі – 45 тәулік, бұл ретте қол жеткізілген қышқылдық – 116 °Т болды, нәтижесінде сүтқышқылды өнімнің ең жақсы органолептикалық көрсеткіштері сақталды, олар мүмкін 5 баллдың 4,8-іне бағаланды. Осылайша, модельдеудің бұл әдісі белгілі

қасиеттерге ие тамақ өнімдерін өндіруге зерттеу жүргізу үшін жәнегілымы-зерттеу жұмыстарының нәтижелерін енгізу үшін ең тиімді құрал болып табылады.

Негізгі сөздер: түйе сүті, пробиотикалық ашытқылар, сүтқышқылды өнімдер, математикалық модельдеу, беттік әсер ету әдісі.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

¹Ф.Т. ДИХАНБАЕВА, ¹Я.М. УЗАКОВ, ¹Б.Д. ДАУЛЕТБАКОВ, ²Ж.Ж. СМАИЛОВА,
¹Г.К. КУЗЕМБАЕВА, ³Э.Ч. БАЗЫЛХАНОВА *

(¹АО «Алматинский технологический университет»,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100
²Кызылординский университет имени КORKYT АТА,
Республика Казахстан, 120014, г. Кызылорда, ул. Айтеке би, 29А
³НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С.Сейфуллина»,
Республика Казахстан, г. Астана, ул. Женис, 62)
Электронная почта автора-корреспондента: ebazylkhanova@bk.ru*

Научная тематика, связанная с моделированием оптимальных параметров качества кисломолочных продуктов, не теряет своей актуальности и находится в плоскости действующих государственных программ и национальных проектов по обеспечению населения доступными продуктами высокого качества, удовлетворяющими потребности организма в полезных веществах. Особое значение при моделировании рецептур играют вычислительные методы на основе цифровых систем компьютерной математики, что позволяет максимально обоснованно подойти к процессу производства кисломолочных продуктов для специализированного и массового питания. В данной научной статье отражены результаты математического моделирования рецептуры и показателей качества кисломолочных продуктов на основе верблюжьего молока с использованием пробиотических заквасок. Моделирование выполнено с использованием концепции «черного ящика», часто применяемого при создании математической модели исследуемого процесса. Матрица планирования исследования включала 30 повторений, при которых охватывались все варьируемые параметры для ферментации 100 л молока (количество вносимой пробиотической закваски (0,1-0,3 кг), время (4-12 часов) и температура (30-34°C) сквашивания, кислотность (104-121°Т). С учетом входных данных была определена поверхность отклика и линии равного уровня для кисломолочного продукта, составлены уравнения регрессии для отдельных показателей. В результате проведенной научной работы были определены оптимальные параметры качества для производства кисломолочных продуктов на основе верблюжьего молока: время ферментации – 12 часов, температура – 32°C, срок хранения – 45 суток, при этом достигаемая кислотность – 116°Т, в результате чего сохранились наилучшие органолептические показатели кисломолочного продукта, которые были оценены на 4,8 балла из возможных 5. Таким образом, данный метод моделирования является наиболее эффективным инструментом для исследования и внедрения результатов научно-исследовательских работ в производство пищевых продуктов с заданными свойствами.

Ключевые слова: верблюжье молоко, пробиотические закваски, кисломолочные продукты, математическое моделирование, метод поверхностного отклика.

MATHEMATICAL MODELING OF QUALITY PARAMETERS OF FERMENTED MILK PRODUCTS

¹F.T. DIKHANBAYEVA, ¹Y.M. UZAKOV, ¹B.D. DAULETBAKOV, ²ZH.ZH.SMAILOVA,
¹G.K. KUZEMBAYEVA, ³E.CH. BAZYLKHANOVA *

(¹«Almaty Technological University» JSC, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100
²Korkyt Ata Kyzylorda University, Kazakhstan, 120014, Kyzylorda, Aiteke bi str., 29A
³«S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» NCJSC,
Kazakhstan, Astana, Zhenis str., 62)
Corresponding author e-mail: ebazylkhanova@bk.ru*

The scientific topic related to the modeling of optimal quality parameters of fermented milk products does not lose its relevance and is in the plane of existing state programs and national projects to provide the

population with affordable high-quality products that meet the body's needs for nutrients. Computational methods based on digital systems of computer mathematics play a special role in modeling recipes, which makes it possible to approach the process of producing fermented dairy products for specialized and mass nutrition as reasonably as possible. This scientific article reflects the results of mathematical modeling of the formulation and quality indicators of fermented dairy products based on camel milk using probiotic starter cultures. The simulation was performed using the concept of a «black box», which is often used to create a mathematical model of the process under study. The study planning matrix included 30 repetitions, which covered all the variable parameters for fermentation of 100 liters of milk (the amount of probiotic starter culture (0.1-0.3 kg), time (4-12 hours) and temperature (30-34°C) of fermentation, acidity (104-121°T). Taking into account the input data, the response surface and lines of equal level for the fermented milk product were determined, regression equations for individual indicators were compiled. As a result of the scientific work carried out, the optimal quality parameters for the production of fermented dairy products based on camel milk were determined: the fermentation time – 12 hours, the temperature – 32 °C, the shelf life – 45 days, while the achieved acidity – 116 °T, as a result, the best organoleptic parameters of the fermented milk product have been preserved, which were estimated at 4.8 points out of a possible 5. Thus, this modeling method is the most effective tool for researching and implementing the results of scientific research into the production of food products with specified properties.

Keywords: camel milk, probiotic starter cultures, fermented milk products, mathematical modeling, surface response method.

Kipicne

Халықты ағзаның қажеттіліктерін қанағаттандыратын жоғары сапалы сүт өнімдерімен қамтамасыз етуге инновациялық технологияларды, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары шикізатты, сондай-ақ айқын пробиотикалық белсенділігі бар микроағзалар штаммдарын қолдануды көздейтін күрделі рецептураларды пайдалану есебінен қол жеткізіледі.

Осы мақсатта жүргізіліп отырған ғылыми зерттеу шеңберінде, уытты метаболиттерді ыдыратуға, аминқышқылдары мен ұшпа май қышқылдарын өндіруге және дәрумендерді синтездеуге қабілетті пробиотикалық ашытқыларды пайдалана отырып, түйе сүті негізінде сүтқышқылды өнімдердің технологиясы әзірленді [1-4].

Аталған мақсатқа сәйкес, сүт өнімдері өндірісінің күрделі процестерін зерттеу, олардың оңтайлы рецептурасы мен технологиясын модельдеу, сенімді және сонымен бірге қарапайым математикалық сипаттаманы алу сияқты негізгі міндеттер анықталды. Соңғы жылдардағы ғылыми әзірлемелердің тәжірибесі көрсеткендей, мұндай міндеттерді эксперименттік-статистикалық әдістер көмегімен шешуге болады.

Осылайша, бірқатар шетелдік ғалымдардың ғылыми еңбектерінде сүт өнімдерінің өндіріс процесін жеңілдету, шығымын арттыру, сенсорлық және реологиялық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында олардың сапа көрсеткіштерін (температура, рН, кальций хлоридінің мөлшері, ашыту уақыты, коспалар косу) математикалық модельдеу арқылы, яғни беттік

әсер ету әдісі арқылы оңтайландыру шарттары қарастырылған [5-12].

Бұл әдіс орындалып отырған экспериментке сәйкес келетін сенімді математикалық модельдерді алуға мүмкіндік береді, олардың негізінде тұжырымдалған міндеттерді белгілі бір дәлдікпен және қарапайымдылықпен орындауға болады. Құрастырылған модельдер пробиотикалық өнімдерді өндіруде олардың сапа көрсеткіштерін бағалау құралы ретінде аса пайдалы болып келеді [13, 14].

Зерттеу материалдары мен әдістері

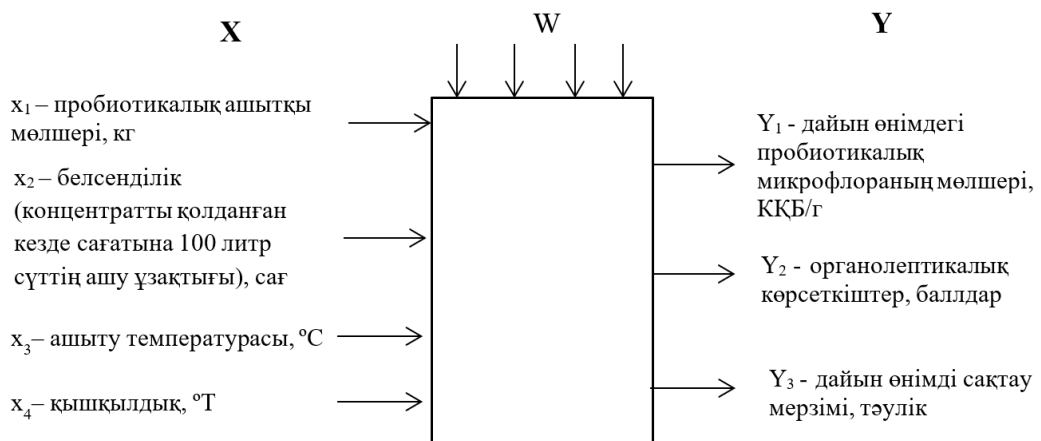
Зерттеу объектілері: пробиотикалық ашытқылар, түйе сүті, сүтқышқылды өнімдер.

Зерттеу әдістері: компьютерлік математиканың цифрлық жүйелеріне негізделген Statistica және MS Excel бағдарламалары.

Зерттеу жұмысында қарастырылып отырған жұмыс істеу механизмі күрделі және белгісіз болып келетін сүтқышқылды өнімдердің оңтайлы сапа параметрлерін (пробиотикалық ашытқы енгізгеннен кейін дайын өнімдегі пайдалы микрофлораның сақталып қалуы, жағымды дәмдік қасиеттер, сақталу мерзімінің ұзақтығы), рецептурасын және технологиясын модельдеу процесін белгілеу үшін «қара жәшік» тұжырымдамасы қолданылды (1-сурет) [15]. «Қара жәшік» моделі – сыртқы бақылаушыға тек кіріс және шығыс шамалары қол жетімді, ал құрылымы мен ішкі процестері белгісіз жүйе. Бұл тұжырымдама «жәшіктің» ішіндегісі туралы ақпараттың толық болмауын бейнелі түрде көрсетеді: бұл модельде жүйенің қоршаған ортамен кіріс және шығыс байланыстары ғана көрсетіледі, тіркеледі және тізімделеді. Осылайша, қарастырылып отырған

жұмыста W кездейсоқ әсерлері ықпал ететін бұл процесте реттелетін параметрлер туралы ақпаратты енгізу үшін белгілі бір кіріс (X) және оңтайландыру критерийлерімен сипатталатын

нәтижелерді бақылау үшін шығыс (Y) болды. Y шығыс күйі функционалды түрде $X:Y=f(X)$ кіріс күйіне байланысты болады.



Сурет 1. Сүтқышқылды өнімдердің оңтайлы рецептурасы мен технологиясын жобалау процесінің моделі

1-суретте ұсынылып отырғандай, модельдеу барысында тәуелсіз (өзгермелі) параметрлер –пробиотикалық микрофлораның мөлшері, белсенділік, ашыту температурасы мен қышқылдылық, ал тәуелді параметрлер – дайын өнімде анықталған пробиотикалық микрофлораның мөлшері, органолептикалық көрсеткіштер мен өнімді сақтау мерзімі болып табылды. Қышқылдық көрсеткіштері өзгермелі параметрлерге жатқызылды, себебі алынатын тәуелді параметрлердің әрқайсысы ашыту процесінің ерекшелігіне тікелей байланысты (мысалы, 104° T-ден төмен мәндерде түзілген қышқылдардың әсерінен микрофлораның дамуы тежелді, ал 121° T-ден жоғары мәндерде дайын өнімнің дәмдік қасиеттері нашарлап, сақтау мерзімінің қысқаруы байқалды).

Органолептикалық көрсеткіштерді бағалау 5-балдық жүйе бойынша жүргізілді. Сүтқышқылды өнімдердің сапасын бағалау

критерийлері: өнімнің түсі, иісі, сыртқы түрі, дәмі, консистенциясы және жалпы әсер болып табылды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеудің негізгі міндеті дайын өнімдегі пробиотикалық микрофлораның мөлшері (Y_1 , КОЕ/г), органолептикалық көрсеткіштер (Y_2 , баллдар) және дайын өнімнің сақтау мерзімі (Y_3 , тәулік) ең жақсы мәндерге ие болатын келесі сапа параметрлерін оңтайландыру болып табылады: x_1 – пробиотикалық ашытқы мөлшері (кг), x_2 – белсенділік (сағат), x_3 – ашыту температурасы (°C), x_4 – қышқылдық (°T).

Экспериментті жоспарлау матрицасы 30 қайталанымнан тұрды, олар есептеулерді жүргізу үшін қажетті 1-кестеде көрсетілген өзгермелі параметрлерді қамтыды.

Кесте 1. Эксперимент жүргізудің өзгермелі параметрлері

Өзгермелі параметрлер	Белгіленуі	Қамтылған шектер
Пробиотикалық ашытқы мөлшері, кг	x_1	0,1-0,3
Белсенділік (концентратты қолданған кезде сағатына 100 литр сүтті ашыту ұзақтығы), сағат	x_2	4-12
Ашыту температурасы, °C	x_3	30-34
Қышқылдық, °T	x_4	104-121

Құрамдас бөліктердің оңтайлы жиынтығын таңдау Forward қадамдық регрессия әдісімен жүзеге асырылды [15]. Бағдарламаның әр кезеңінде сүтқышқылды өнімдердің көрсет-

кіштерін бағалау модельдерінің барлық статистикалық сипаттамалары мен параметрлерін қайта есептеу және талдау жүргізілді.

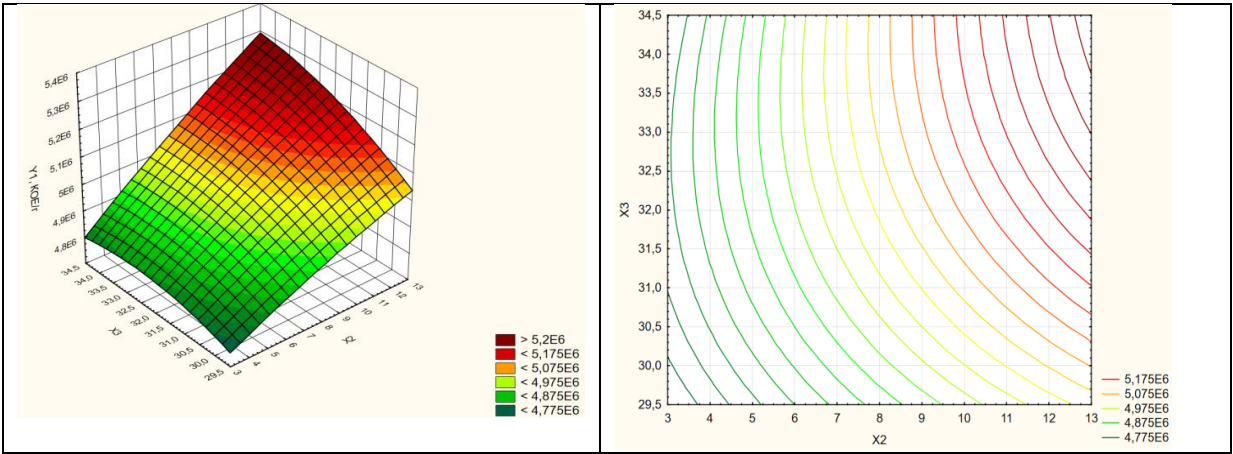
Эксперименттік деректерді математикалық өңдеу нәтижесінде технологиялық факторлардың (Y_1, Y_2, Y_3) сүт өнімдерінің сапа көрсеткіштеріне (x_1, x_2, x_3, x_4) тәуелділігін барабар сипаттайтын регрессиялық теңдеулер алынды [15, 16].

1-кестеде келтірілген кіріс деректерін ескере отырып, түйе сүті негізінде әзірленген сүтқышқылды өнім үшін әсер ету беті мен тең

деңгейлі сызықтар келесі үш параметр бойынша анықталды: дайын өнімдегі пробиотикалық микрофлораның мөлшері, органолептикалық көрсеткіштер, дайын өнімнің сақтау мерзімі.

Y_1 көрсеткіші үшін (дайын өнімдегі пробиотикалық микрофлораның мөлшері, КҚБ/г), регрессия теңдеуі келесідей түрде болды:

$$Y_1 = -2,3481E6 - 83333,3333 * x_2 + 4,4167E5 * x_3 - 694,4444 * x_2 * x_2 + 4166,6667 * x_2 * x_3 - 6944,4444 * x_3 * x_3 \quad (1)$$



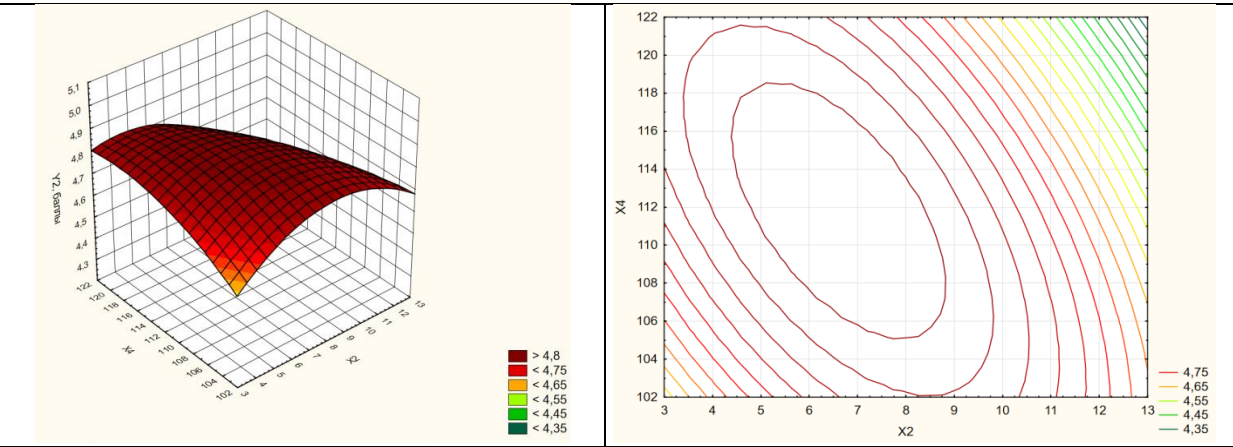
Сурет 2. Пробиотикалық ашытқы мөлшеріне қатысты әсер ету беті және тең деңгейлі сызықтар: x_2 – белсенділік (сағат), x_3 – ашыту температурасы ($^{\circ}C$).

2-суретте көрініп тұрғандай (үш өлшемді диаграмма), пробиотиктердің оңтайлы санына ($5 \cdot 10^6$ КҚБ/г-нан жоғары) $32^{\circ}C$ температурада 12 сағат бойы ашыту арқылы қол жеткізіледі. Диаграмманың оң жағында Y_1 әсер ету функциясы оңтайлы мәнге ие болатын

реттелетін параметрлер мәндерінің аймағын анықтауға болатын түс белгілері келтірілген.

Y_2 көрсеткіші үшін (органолептикалық көрсеткіштер, баллдар) регрессия теңдеуі келесідей түрге ие:

$$Y_2 = -6,9834 + 0,3958 * x_2 + 0,1887 * x_4 - 0,0071 * x_2 * x_2 - 0,0027 * x_2 * x_4 - 0,0008 * x_4 * x_4 \quad (2)$$



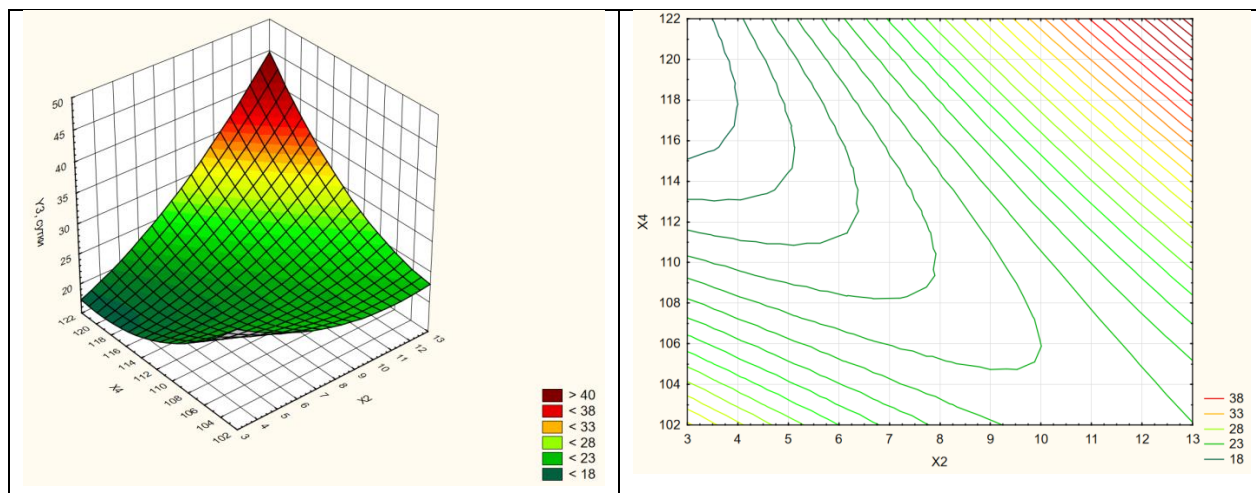
Сурет 3. Органолептикалық көрсеткіштерге қатысты әсер ету беті және тең деңгейлі сызықтар: x_2 – белсенділік (сағат), x_4 – қышқылдық ($^{\circ}T$).

Үш өлшемді диаграмма (3-сурет) ашыту уақытының ұзақтығының (белсенділіктің) және

қышқылдықтың сүтқышқылды өнімнің органолептикалық көрсеткіштерінің қалыптасуына

әсері туралы көрнекі түсінік береді, олар келесі оңтайлы параметрлерге ие болды: $x_2=12$ сағат, $x_4=116$ °Т, бұл кезде $Y_2 = 4,8$ балл. Диаграмманың оң жағында органолепти-калық көрсеткіштер үшін реттелетін параметр-лер

$$Y_3 = 727,8226 - 21,1366 \cdot x_2 - 11,3718 \cdot x_4 + 0,131 \cdot x_2 \cdot x_4 + 0,1786 \cdot x_2^2 + 0,0453 \cdot x_4^2 \quad (3)$$



Сурет 3. Өнімді сақтау мерзіміне қатысты әсер ету беті және тең деңгейлі сызықтар: x_2 – белсенділік (сағат), x_4 – қышқылдық (°Т)

3-суретте 12 сағаттық белсенділік пен 116 °Т қышқылдық кезінде қол жеткізілетін сүтқышқылды өнімнің оңтайлы сақтау мерзімі көрсетілген. Диаграмманың оң жағында пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, түйе сүті негізінде әзірленген дайын сүтқышқылды өнімдердің сақтау мерзімдері (Y_3 , тәулік) үшін оңтайлы параметрлер мәндерінің ауқымын анықтауға мүмкіндік беретін түс белгілері келтірілген.

Қорытынды

Осы ғылыми мақалада жүргізілген зеттеулер бойынша, пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, түйе сүті негізінде әзірленген сүтқышқылды өнімдердің параметрлерін математикалық модельдеу нәтижесінде келесі оң нәтижелерге қол жеткізілді: ашыту ұзақтығы мен температурасы – 12 сағат бойы 32°C, қышқылдығы – 116°Т, сақтау мерзімі–45 тәулік, осы уақыт аралығында дайын өнімдердің органолептикалық көрсеткіштері жоғары деңгейде (4,8 балл) сақталады.

Осылайша, компьютерлік математиканың цифрлық жүйелеріне негізделген есептеу әдістері арнайы және жекелендірілген тамақтану үшін сүтқышқылды өнімдерді өндіру процесіне барынша негізделген көзқараспен қарауға мүмкіндік береді және рецептураны модельдеуде ерекше мәнге ие болып табылады.

мәндерінің аймағын анықтауға мүмкіндік беретін түс белгілері көрсетілген (Y_2 , баллдар).

Әрі қарай Y_3 көрсеткіші үшін регрессия теңдеуі құрастырылды (дайын өнімді сақтау мерзімі, тәулік), ол келесі түрге ие болды:

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Tasturganova E., Dikhanbaeva F., Prosekov A., Zhunusova G., Dzhetpisbaeva B., Matibaeva A. "Research of Fatty Acid Composition of Samples of Bio-Drink Made of Camel Milk". *Current Research in Nutrition and Food Science* 6 (2), (2018): 491-499. doi: <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.23>
2. Dikhanbayeva, F., Zhaxybayeva, E., Dimitrov, Z., Baiysbayeva, M., Yessirkep, G., & Bansal, N. "Studying the effect of the developed technology on the chemical composition of yogurt made from camel milk". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 3(11) (111), (2021): 36–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235831>
3. Aralbayev, N., Dikhanbayeva, F., Yusof, Y. A. B., Tayeva, A., Smailova, Z. "Devising optimal technological parameters for spray drying to produce whole camel milk powder". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4(11)(112), (2021): 82–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238686>
4. Subbaiyan, R., Ganesan, A., Varadharajan, V. et al. "Formulation and validation of probioticated foxtail millet laddu as a source of antioxidant for biological system using response surface methodology". *Brazilian Journal of Microbiology* (2023). <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01188-8>
5. Rashid, A.A., Saeed, S., Ahmad, I. et al. "Development of ricotta cheese from concentrated buffalo cheese whey by optimization of processing conditions using RSM". *Food Measure* 17, (2023): 4739–4746. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02004-5>
6. Shojaeimeher, S., Babashahi, M., Shokri, S. et al. "Optimizing the Production of Probiotic Yogurt as a New Functional Food for Diabetics with Favorable

Sensory Properties Using the Response Surface Methodology”. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* (2023). <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10051-z>

7. Tahmasebi, M., Mofid, V. “Innovative synbiotic fat-free yogurts enriched with bioactive extracts of the red macroalgae *Laurencia caspica*: formulation optimization, probiotic viability, and critical quality characteristics”. *Food Measure* 15, (2021): 4876–4887. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01061-y>

8. Khodashenas, M., Jouki, M. “Optimization of stabilized probiotic Doogh formulation by edible gums and response surface methodology: assessment of stability, viability and organoleptic attributes”. *Journal of Food Science and Technology* 57, (2020): 3201–3210. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04351-3>

9. Музыка М.Ю., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Мокрушин С.А., Благовещенская М.М. Использование методов имитационного моделирования для анализа функционирования процессов производства кефира // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий* 83(4) (2021): 17–24. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-17-24>

10. Юрк Н.А., Динер Ю.А. Моделирование состава кисломолочного продукта. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*, 2021: 32–37. doi:10.24412/2311-6447-2021-4-32-37

11. Vukić, D.V., Vukić, V.R., Milanović, S.D. et al. “Modeling of rheological characteristics of the fermented dairy products obtained by novel and traditional starter cultures”. *Journal of Food Science and Technology* 55, (2018): 2180–2188. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3135-9>

12. Koh, W.Y., Utra, U., Rosma, A. et al. “Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: a response surface methodology approach”. *Food Science and Biotechnology* 27, (2018): 525–535. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0245-5>

13. Dorota, Z., Danuta, K.K., Antoni, G. et al. “Predictive modelling of *Lactobacillus casei* KN291 survival in fermented soy beverage”. *Journal of Microbiology* 52, (2014): 169–178. <https://doi.org/10.1007/s12275-014-3045-0>

14. Habibi Najafi, M.B., Pourfarzad, A., Zahedi, H. et al. “Development of sourdough fermented date seed for improving the quality and shelf life of flat bread: study with univariate and multivariate analyses”. *Journal of Food Science and Technology* 53, (2016): 209–220. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1956-3>

15. Вуколов Э., *Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и Excel: учебное пособие.* -М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. – 464с.

16. Красуля О. Н., Николаева С. В., Токарев А. В., Краснов А. Е., Панин И. Г., *Моделирование*

рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика: учебное пособие. Санк-Петербург.: ГИОРД, 2015. – 320 с.

REFERENCES

1. Tasturganova E., Dikhanbaeva F., Prosekov A., Zhunusova G., Dzhetpisbaeva B., Matibaeva A. “Research of Fatty Acid Composition of Samples of Bio-Drink Made of Camel Milk”. *Current Research in Nutrition and Food Science* 6 (2), (2018): 491–499. doi: <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.23>

2. Dikhanbayeva, F., Zhaxybayeva, E., Dimitrov, Z., Baiysbayeva, M., Yessirkep, G., & Bansal, N. “Studying the effect of the developed technology on the chemical composition of yogurt made from camel milk”. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 3(11) (111), (2021): 36–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235831>

3. Aralbayev, N., Dikhanbayeva, F., Yusof, Y. A. B., Tayeva, A., Smailova, Z. “Devising optimal technological parameters for spray drying to produce whole camel milk powder”. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 4(11)(112), (2021): 82–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238686>

4. Subbaiyan, R., Ganesan, A., Varadharajan, V. et al. “Formulation and validation of probioticated foxtail millet laddu as a source of antioxidant for biological system using response surface methodology”. *Brazilian Journal of Microbiology* (2023). <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01188-8>

5. Rashid, A.A., Saeed, S., Ahmad, I. et al. “Development of ricotta cheese from concentrated buffalo cheese whey by optimization of processing conditions using RSM”. *Food Measure* 17, (2023): 4739–4746. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02004-5>

6. Shojaeimeher, S., Babashahi, M., Shokri, S. et al. “Optimizing the Production of Probiotic Yogurt as a New Functional Food for Diabetics with Favorable Sensory Properties Using the Response Surface Methodology”. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* (2023). <https://doi.org/10.1007/s12602-023-10051-z>

7. Tahmasebi, M., Mofid, V. “Innovative synbiotic fat-free yogurts enriched with bioactive extracts of the red macroalgae *Laurencia caspica*: formulation optimization, probiotic viability, and critical quality characteristics”. *Food Measure* 15, (2021): 4876–4887. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01061-y>

8. Khodashenas, M., Jouki, M. “Optimization of stabilized probiotic Doogh formulation by edible gums and response surface methodology: assessment of stability, viability and organoleptic attributes”. *Journal of Food Science and Technology* 57, (2020): 3201–3210. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04351-3>

9. Muzyka M.Yu., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Mokrushin S.A., Blagoveshchenskaya M.M. “Ispol'zovanie metodov imitacionnogo modelirovaniya dlya analiza funkcionirovaniya processov proizvodstva kefir [Using simulation modeling methods to analyze the functioning of kefir production processes]”. *Bulletin of*

the Voronezh State University of Engineering Technologies 83(4) (2021): 17-24 – (In Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-17-24>

10. Yurk N.A., Diener Yu.A. “Modelirovanie sostava kislomolochnogo produkta [Modeling of the composition of a fermented milk product]”. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products*4, 2021: 32-37.– (In Russian). doi:10.24412/2311-6447-2021-4-32-37

11. Vukić, D.V., Vukić, V.R., Milanović, S.D. et al. “Modeling of rheological characteristics of the fermented dairy products obtained by novel and traditional starter cultures”. *Journal of Food Science and Technology* 55, (2018): 2180–2188. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3135-9>

12. Koh, W.Y., Utra, U., Rosma, A. et al. “Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: a response surface methodology approach”. *Food Science and Biotechnology* 27, (2018): 525–535. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0245-5>

13. Dorota, Z., Danuta, KK., Antoni, G. et al. “Predictive modelling of *Lactobacillus casei* KN291 survival in fermented soy beverage”. *Journal of*

Microbiology 52, (2014): 169–178. <https://doi.org/10.1007/s12275-014-3045-0>

14. Habibi Najafi, M.B., Pourfarzad, A., Zahedi, H. et al. “Development of sourdough fermented date seed for improving the quality and shelf life of flat bread: study with univariate and multivariate analyses”. *Journal of Food Science and Technology* 53, (2016): 209–220. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1956-3>

15. Vukolov E., *Osnovy statisticheskogo analiza. Praktikum po statisticheskim metodami issledovaniyu operacij s ispol'zovaniempaketov STATISTICA i Excel: uchebnoe posobie* [Fundamentals of statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using STATISTICA and Excel packages: a textbook]. Moscow: FORUM: INFRA-M, 2008. – 464p. – (In Russian).

16. Krasulya O. N., Nikolaeva S. V., Tokarev A.V., Krasnov A. E., Panin I. G., *Modelirovanie receptur pishchevyh produktov i tekhnologij ih proizvodstva: teoriya i praktika: uchebnoe posobie* [Modeling of food formulations and production technologies: theory and practice: textbook]. St. Petersburg.: GIOR, 2015. – 320 p.– (In Russian).

MPHTI 65.59.03

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-4-27-36>

INVESTIGATION OF THE NUTRITIONAL VALUE OF A WHOLE CAMEL MEAT PRODUCT

SH.Y. KENENBAY * , A.A. KULIMBETOVA ,
KH.S. KHAMZA 

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author's e-mail: sh.kenenbai@atu.kz*, kulimbetov.a00@mail.ru

Camel meat products are attracting increased interest worldwide due to their high functional properties and nutritional value. Camel meat products contain many essential nutrients as well as some components with potential bioactive properties that may be beneficial to human health and well-being. Camel meat products can be used as therapeutic and prophylactic food products if their dietary value and bioactive components are determined, which are potentially beneficial to the health of consumers. Meat consumers prefer to consume healthier meat products without changing their fundamental dietary patterns. This attitude could favor the development of the camel meat market. This article discusses and focuses on the study of nutritional value, the effect of plant additives on the softening of a camel meat product. The use of camel meat as a source of non-traditional resource. By adding vegetable raw materials, you can increase the nutritional value of the product. The frozen side of camel meat was used for the experiment. Brine from goji berries and rosemary was used as vegetable raw materials. Due to the influence of brine, the structure of the meat was softened and made softer. During the process of the study, analyses for indicators of the nutritional value of products were carried out at the "Scientific Research Institute of Food Safety" of the Almaty Technological University. The physical-chemical parameters of the product were determined: the mass fraction of protein, which was 18.7%, fat – 2.71% and carbohydrates – 48.75%. In addition, the indicators were determined as moisture retention capacity (MRC) – $85.43 \pm 1.05\%$, fat retention capacity – 90.76 ± 0.90 . The amino acid and fatty acid composition were also determined. The product contains high concentration of amino acids, with following amino acids being the most abundant: arginine – $2.211 \pm 0.885\%$, lysine – $2.088 \pm 0.710\%$, tyrosine – $1.597 \pm 0.479\%$, phenylalanine – $1.597 \pm 0.479\%$, leucine+isoleucine – $2.334 \pm 0.607\%$, valine – $1.843 \pm 0.737\%$, proline – 3.317 ± 0.862 . These amino acids play a crucial role in growth, development, and maintaining overall health. The study results demonstrated that these plant-based products preserved the biological value of the final product.

Keywords: meat products, vegetable raw materials, brine, goji berries, rosemary, meat production, nutritional value.