

О.Е. Кротова [O.E. Krotova]¹,
А.С. Чернышков [A.S. Chernyshkov]²,
К.Э. Халагаева [K.E. Khalagaeva]³

УДК 637.131.8
DOI: 10.37493/2307-910X.2022.4.13

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ЙОГУРТА, ОБОГАЩЕННОГО КОНОПЛЯНОЙ МУКОЙ, СИРОПОМ ТОПИНАМБУРА И СИРОПОМ АГАВЫ

THE DESIGNING A RECIPE FOR YOGURT ENRICHED WITH HEMP FLOUR, JERUSALEM ARTICHOKE SYRUP AND AGAVE SYRUP

¹Донской государственный технический университет, ЮФО, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, e-mail: Alb9652@yandex.ru/ Don State Technical University, Southern Federal District, Rostov region, Rostov-on-Don, e-mail: Alb9652@yandex.ru

²ФГБОУ ВО Донской государственный аграрный университет, РФ, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, e-mail: donchene@mail.ru/ Don State Agrarian University, Russian Federation, Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky settlement, e-mail: donchene@mail.ru

³ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б.Б. Городовикова», РФ, г. Элиста, e-mail.ru: halgaeva2011@mail.ru/ B.B. Gorodovikov KalmSU, Russia, Elista, e-mail.ru : halgaeva2011@mail.ru

Аннотация.

В данной работе авторами рассмотрен матричный метод разработки рецептуры кисломолочного продукта с повышенным содержанием белка, путем обогащения йогурта растительными компонентами: конопляной мукой, сиропом топинамбура и сиропом из агавы. Используя полученные рецептуры, были приготовлены образцы кисломолочных продуктов и проведена дегустация. Согласно органолептическим результатам, подтверждается целесообразность использования матричного метода компьютерного моделирования при разработках рецептур кисломолочных изделий. Полученные йогурты возможно рекомендовать к потреблению людям с сахарным диабетом и тем, кто ведет здоровый образ жизни, так как содержание белка в образцах увеличено до 3,7% и исключено введение сахара. Разработки рецептур кисломолочных продуктов с повышенным содержанием белка, осуществленные матричным методом, позволили установить оптимальные дозировки ингредиентов.

Ключевые слова: матричный метод, рецептура, йогурт, кисломолочный продукт, растительные компоненты, конопляная мука, сироп топинамбура, сироп из агавы.

Abstract

In this paper, the authors considered a matrix method for developing a formula for a fermented milk product with a high protein content, by enriching yogurt with vegetable components: hemp flour, Jerusalem artichoke syrup and agave syrup. Using the obtained recipes, samples of fermented milk products were prepared and tasting was carried out. According to the organoleptic results, the expediency of using the matrix method of computer modeling in the development of formulations of fermented milk products is confirmed.

People with diabetes and those who lead a healthy lifestyle, because the protein content in the samples has been increased to 3.7% and the introduction of sugar is excluded can recommend the resulting yogurts for use. The development of formulations of fermented milk products with a high protein content, carried out by the matrix method, made it possible to establish optimal dosages of ingredients.

Key words: matrix method, formulation, yogurt, fermented milk product, vegetable components, hemp flour, Jerusalem artichoke syrup, agave syrup.

Введение. Одним из важнейших компонентов в рационе питания различных групп потребителей является йогурт. Современный рынок кисломолочной продукции представлен широким ассортиментом, среди которого наиболее значимое место занимают изделия, обогащенные растительными ингредиентами. Актуальность исследований и разработок в области технологии производства инновационных продуктов связаны с поиском альтернативных источников необходимых организму человека веществ. Совместное использование молочного и растительного сырья в производстве кисломолочных продуктов дают возможность в получении изделий с заданным составом и необходимыми физико-химическими свойствами. Таким образом, востребованность потребителей в обогащенных молочных изделиях связана с тем, что данные продукты обладают более широким спектром полезных свойств и способны обеспечить потребность организма в необходимых питательных веществах [1,4].

Современный подход к созданию функциональных пищевых продуктов связан с использованием информационных компьютерных технологий. Использование искусственного интеллекта при проектировании кисломолочных продуктов позволяет решить рецептурные задачи, т.е. получить готовый продукт с заданным химическим составом и необходимыми физико-химическими свойствами. Это происходит за счет того, что компьютерные технологии позволяют оперативно произвести расчет рецептуры с большим количеством новых видов ингредиентов [2, 3, 5].

В связи с этим, целью данной работы является реализация матричного метода разработки рецептуры кисломолочного продукта с повышенным содержанием белка, путем обогащения йогурта конопляной мукой, сиропом топинамбура и сиропом из агавы [10].

Объектом исследования в данной работе выбраны питьевые йогурты, производство которых осуществляются резервуарным способом. Выбор добавок (конопляная мука, сироп топинамбура, сироп из агавы) связан с тем, что конопляная мука является источником клетчатки, полиненасыщенных жирных кислот (соотношение омега -3 и омега -6 составляет 1:3), витаминов группы С, К, Е и макро- и микронутриентов (Mg, Zn, Mn) [4,6,9]. Сироп топинамбура и сироп из агавы являются полезными подсластителями, содержат высокое содержание фруктозы и глюкозы, что дает основание рекомендовать их включение в рацион людям с сахарным диабетом [5,7,8].

Результаты и их обсуждения. Оптимизация рецептурного состава кисломолочного продукта, обогащенного растительными компонентами, выполнялась матричным методом с использованием программы Excel, при помощи поиска решения нелинейных задач методом обобщенного понижающего градиента. Параметром оптимизации было выбрано повышенное содержание белка в питьевом йогурте. Поэтому для выполнения данной задачи, в матрице данных вводились дополнительные критерии: расчёт энергетической ценности и содержание БЖУ (на 100 грамм).

В качестве растительных ингредиентов при проектировании напитка выбраны мука конопляная, сироп топинамбура и сироп из агавы (таблица 1 и 2). Также в таблицах 1 и 2 представлены система линейных балансовых уравнений и ограничений. Используемая информационная матрица данных рецептур обогащенных кисломолочных изделий содержала три элемента: вид ингредиентов; химический состав; индексированные переменные (обозначенные в таблицах через X_i).

Таблица 1 – Информационная матрица данных для рецептурного расчета йогурта с содержанием конопляной муки и сиропа топинамбура

Ингредиенты	X_i	Масса, кг	Массовая доля, %		
			Белка	Жиры	Углеводов
Молоко нормализованное	X_1	93,0	2,8	2,5	4,7
Молоко сухое обезжиренное	X_2	0,2	36,0	1,0	52,0
Закваска	X_3	0,01	0,0	0,0	0,0
Мука конопляная	X_4	1,8	30,0	7,9	24,7
Сироп топинамбура	X_5	5,0	0,0	0,0	65,5
Итого		100,0			

Функция цели			3,7		
Ввод балансовых уравнений				2,5	9,8
Состав (г/100г), калорийность, ккал/100г	76,5	60,6	3,7	2,5	9,8
Баланс	Уравнения, ограничения				
Белок	$F(x)=\max (2,8 \cdot X_1+36,0 \cdot X_2+0,0 \cdot X_3+30,0 \cdot X_4+0,0 \cdot X_5)$				
Жир	$(2,5 \cdot X_1+1,0 \cdot X_2+7,9 \cdot X_4)/100 \geq 2,5$				
Углеводы	$(4,7 \cdot X_1+52,0 \cdot X_2+24,7 \cdot X_4+65,5 \cdot X_5)/100 \geq 9,8$				
Масса йогурта	$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5=100,0$				

Результаты расчета программы: $X_1=93,0$; $X_2=0,2$; $X_3=0,01$; $X_4=1,8$; $X_5=5,0$. Данные результаты занесены в таблицу 1.

Таблица 2 – Информационная матрица данных для рецептурного расчета йогурта с содержанием конопляной муки, сиропа из агавы

Ингредиенты	X_i	Масса, кг	Массовая доля, %		
			Белка	Жиры	Углеводов
Молоко нормализованное	X_1	93,2	2,8	2,5	4,7
Молоко сухое обезжиренное	X_2	0,2	36,0	1,0	52,0
Закваска	X_3	0,01	0,0	0,0	0,0
Мука конопляная	X_4	1,8	30,0	7,9	24,7
Сироп из агавы	X_5	4,8	0,0	0,0	78,0
Итого		100,0			
Функция цели			3,7		
Ввод балансовых уравнений				2,5	10,2
Состав (г/100г), калорийность, ккал/100г	78,1	60,6	3,7	2,5	10,2
Баланс	Уравнения, ограничения				
Белок	$F(x)=\max (2,8 \cdot X_1+36,0 \cdot X_2+0,0 \cdot X_3+30,0 \cdot X_4+0,0 \cdot X_5)$				
Жир	$(2,5 \cdot X_1+1,0 \cdot X_2+7,9 \cdot X_4)/100 \geq 2,5$				
Углеводы	$(4,7 \cdot X_1+52,0 \cdot X_2+24,7 \cdot X_4+78,0 \cdot X_5)/100 \geq 10,2$				
Масса йогурта	$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5=100,0$				

Результаты расчета программы: $X_1=93,2$; $X_2=0,2$; $X_3=0,01$; $X_4=1,8$; $X_5=4,8$. Данные результаты занесены в таблицу 2.

Разработки рецептур кисломолочных продуктов с повышенным содержанием белка, осуществленные матричным методом, позволили установить оптимальные дозировки ингредиентов. В таблице 3 отображены составы разработанных питьевой йогуртов без учета потерь на 100 кг продукта.

Таблица 3 – Оптимизированные составы проектируемых питьевых йогуртов

Ингредиент	Рецептура йогурта обогащенного, расход сырья на 100 кг без учета потерь, кг	
	Образец 2	Образец 3
Молоко нормализованное	93,0	93,2
Молоко сухое обезжиренное	0,2	0,2
Закваска	0,01	0,01
Мука конопляная	1,8	1,8
Сироп топинамбура	5,0	-
Сироп из агавы	-	4,8
Итого	100,0	100,0

Основываясь на полученных расчетных данных разработанных рецептур, были приготовлены образцы питьевых йогуртов и определены их органолептические показатели. Приготовление образцов осуществляли по традиционной технологии (резервуарный способ), которая состоит из следующих этапов: нормализация и пастеризация молока; введение сухой закваски «Скваска», состоящей из *Streptococcus thermophiles* и *Lactobacillus bulgaricus*;

термостатирование в течении 7-8 часов при температуре 37°C; охлаждение и перемешивание до однородности сгустка; добавление растительных ингредиентов; фасовка в герметичную тару.

Оценка органолептических показателей образцов осуществляла согласно ГОСТ Р ИСО 22935-2011 и ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011. В качестве контрольного образца выбран классический йогурт без добавление растительных ингредиентов.

При дегустации оценивались параметры: консистенция, внешний вид, запах, вкус и цвет, по 5-ти балльной шкале, где 5 – продукт без отклонений от заявленных требований, 1 – очень значительные отклонения.

Результаты органолептической оценки образцов представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. – Органолептические оценки образцов

Полученные образцы имели однородную консистенцию, наблюдалось наличие нерастворимых частиц конопляной муки, что соответствовало параметрам, указанным в таблице 4. В связи с этим, все образцы получили наивысшую оценку – 5. Цвет при добавлении сиропа топинамбура и сиропа из агавы изменялся, приобретая оттенок, соответствующий цвету вводимых сиропов. При оценке вкусовых качеств продукта, образец с сиропом из агавы имел более интересный и необычный вкус, поэтому была выставлена оценка 5,0 баллов. Стоит также отметить, что разработанные образцы будут весьма востребованы среди потребителей с сахарным диабетом и среди тех, кто ведет здоровый образ жизни, т.к. содержание белка в образцах увеличено до 3,7% и исключено введение сахара.

Выводы. Таким образом, используя матричный метод компьютерного моделирования, получены рецептуры кисломолочных продуктов, обогащенных конопляной мукой, сиропом топинамбура и сиропом из агавы. Органолептические исследования подтверждают целесообразность использования данного метода при разработках рецептур кисломолочных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков Е.Е., Атабаева Ш.А. Современное состояние и перспективы развития молочной промышленности // Молодой ученый. – 2014. - №7 (66). – С. 338-340.
2. Лисин, П.А. Компьютерные технологии в производственных процессах пищевой промышленности / П.А. Лисин. – СПб.: Изд-во «ЛАНЬ», 2016. – 256 с.
3. Мусина, О.Н. Компьютерное проектирование рецептур: практикум / О.Н. Мусина. – Директ-Медиа, 2015. – 105 с.

4. Блягоз А.И., Хачатрян А.А. Характеристика функциональных свойств семян конопли // сборник докладов по материалам Всероссийской науч.-практ. Конф, посвященной 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ». – 2021. – С.379-381.
5. Филатов, С.Л. Натуральные сиропы из топинамбура с пребиотическими свойствами / С.Л. Филатов, М.С. Михайличенко, С.М. Петров, Н.М. Подгорнова //Пищевая промышленность. – 2021. - №11. – С.15-21.
6. Кротова О.Е., Савенков К.С., Савенкова М.Н. Технология производства функционального кисломолочного продукта, обогащенного растительным компонентом / Современная наука и инновации. 2022.- №2 (38). – С.82-90.
7. Николаев, С.И. Молоко для спортсменов как фактор повышения конкурентоспособности предприятия молочной отрасли / Николаев С.И., Кротова М.А., Кротова О.Е., Золотарева У.И., Золотарева Ю.В. // В сборнике: Современные тенденции в государственном управлении, экономике, политике, праве. Сборник докладов XII международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Ростов-на-Дону, 2022. С. 112-119.
8. Кротова, О.Е. Сывороточный протеин, как основа производства спортивного питания / Кротова О.Е., Золотарева У.И., Кротова М.А. // В сборнике: Мировые научные исследования современности: возможности и перспективы развития. Материалы XVI международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2022. С. 385-391.
9. Everett, D.W. Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt / Everett D.W., McLeod R. E. // International Dairy Journal. – 2005. – №15. – P. 1175-1183.
10. Enalyeva, L. Scientific aspects of the study of the protein-carbohydrate raw materials biomodification process in the production of functional food products / Enalyeva L., Rudoy D., Alekseyev A., Tupolskih T., Lodyanov V. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 8. Сер. “Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020” 2020. С. 03004.

REFERENCES

1. Ermakov, E.E. The current state and prospects for the development of the dairy industry / Ermakov E.E., Atabaeva Sh.A. // Young scientist. – 2014. –№7 (66). – Pp.338-340. ISSN 2072-0297; issn 2077-8295.
2. Lisin, P.A. Computer technologies in the production processes of the food industry / P.A. Lisin. – St. Petersburg: Publishing house “LAN”, 2016. – 256 p.
3. Musina, O.N. Computer design of recipes: practicum / O.N. Musina. – Direct-Media, 2015. – 105 p.
4. Blyagoz A.I., Khachatryan A.A. Characteristics of the functional properties of cannabis seeds // collection of reports on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the Adygei Research Institute. – 2021. – pp.379-381.
5. Filatov, S.L. Natural syrups from Jerusalem artichoke with probiotic properties / S.L. Filatov, M.S. Mikhailichenko, S.M. Petrov, N.M. Podgornova //Food industry. – 2021. – No. 11. – pp.15-21.
6. Krotova O.E., Savenkov K.S., Savenkova M.N. Production technology of a functional fermented milk product enriched with a vegetable component / Modern Science and innovations. 2022.- №2 (38). – Pp.82-90.
7. Nikolaev, S.I. Milk for athletes as a factor of increasing the competitiveness of the dairy industry enterprise / Nikolaev S.I., Krotova M.A., Krotova O.E., Zolotareva U.I., Zolotareva Yu.V. // In the collection: Modern trends in public administration, economics, politics, law. Collection of reports of the XII International Scientific and practical conference of young scientists, graduate students and students. Rostov-on-Don, 2022. Pp. 112-119.
8. Krotova, O.E. Whey protein as the basis of sports nutrition production / Krotova O.E., Zolotareva U.I., Krotova M.A. // In the collection: World scientific research of modernity:

opportunities and prospects for development. Materials of the XVI international scientific and practical conference. Stavropol, 2022. Pp. 385-391.

9. Everett, D.W. Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt / Everett D.W., McLeod R. E. // International Dairy Journal. – 2005. – №15. – P. 1175-1183.

10. Enalyeva, L. Scientific aspects of the study of the protein-carbohydrate raw materials biomodification process in the production of functional food products / Enalyeva L., Rudoy D., Alekseyev A., Tupolskih T., Lodyanov V. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 8. Сер. "Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020" 2020. С. 03004.

ОБ АВТОРАХ/ ABOUT THE AUTHORS

Кротова Ольга Евгеньевна, доктор биолог. наук, доцент кафедры техника и технология пищевых производств, Донской государственной технической университет, 344003, ЮФО, Ростовская область, г.Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, e-mail: Alb9652@yandex.ru

Krotova Olga Evgenievna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Technology of Food Production, Don State Technical University, 344003, SFD, Rostov region, Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1, e-mail: Alb9652@yandex.ru

Чернышков Александр Сергеевич кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения с.-х. животных, частной зоотехнии и зоогигиены им. ак. П.Е.Ладана, ФГБОУ ВО Донской государственной аграрный университет, РФ 346493, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский, ул.Кривошлыкова, 24, e-mail: donchene@mail.ru

Chernyshkov Alexander Sergeevich Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Breeding Agricultural. animals, private zootechnics and zoohygiene them. ak. P.E. Ladana, Don State Agrarian University, Russian Federation 346493, Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky village, Krivoshlykova str., 24, e-mail: donchene@mail.ru

Халгаева Кермен Эрдниевна кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б.Б. Городовикова», РФ 358011, г.Элиста, 5 микрорайон, д.2.кв.33, e-mail.ru: halgaeva2011@mail.ru

Khalgaeva Kermen Erdnievna candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, KalmGU named after I.I. B.B. Gorodovikov, Russian Federation 358011, Elista, microdistrict 5, 2.kv.33, e-mail.ru: halgaeva2011@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 19.10.2022

После рецензирования: 13.11.2022

Дата принятия к публикации: 07.12.2022