

*ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПРОДУКТОВ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ MATHCAD*

**КАМЕЛЬ ДАУД ИБРАГИМ¹, Г.И. КАСЬЯНОВ², А.А. ЗАПОРОЖСКИЙ²,
Е.В. ИНОЧКИНА²**

¹*Ливанский национальный университет,*

²*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2*

Конструируя состав геродиетических продуктов питания необходимо решить проблему оптимизации химического состава новых рецептур методами системного математического анализа. Цель работы заключалась в разработке математических методов оптимизации состава продуктов геродиетического питания с использованием системы MathCAD. При этом решались задачи анализа недостатков существующих подходов к проектированию состава продуктов в качестве методов исследования. Оптимизации состава геродиетических продуктов по заданным критериям решалась методами математического программирования. Интегрированные программные системы позволили разработать варианты рецептурных композиций, приближенные к заданным параметрам, с выбором видов сырья для создания готового продукта, наиболее сбалансированного и по химическому составу, и по органолептическим показателям, и по гликемическому индексу.

Ключевые слова: оптимизация состава, геродиетика, рационы питания, сбалансированность компонентов

Ученые-геронтологи отмечают снижение внимания органов санэпиднадзора и общественных гуманитарных организаций к проблемам сбалансированного по составу продуктов питания возрастной категории населения. Геродиетика, как самостоятельная дисциплина, призвана учитывать демографическую ситуацию и проблемами постарения населения, а также биологической ролью качественных показателей пищи в процессе преждевременного старения. Существующие представления геронтологов о профилактической роли питания в достижении возраста биологического старения, выдвигают целый ряд требований к конструированию специализированных лечебно-профилактических продуктов.

С годами человеку становится труднее получать и усваивать необходимые питательные вещества из продуктов растительного и животного происхождения, так как снижается их энергообмен, ухудшается аппетит из-за

ослабления обоняния и вкусовых ощущений. Возможно замедление процессов обмена веществ, снижение приспособляемости к условиям окружающей среды, сопротивляемости инфекциям, способность к регенерации тканей. Кроме того, перешагнув пенсионный возраст, человек вынужден мириться со всеми теми болезнями, которые он приобрел на протяжении предшествующих лет жизни. Главной целью жизни людей предельного возраста должно стать стремление к низкокалорийному питанию с ограниченным количеством жиров и сахара, с преобладанием плодоовощного сырья и пищевых волокон.

Негативное воздействие на состояние пищевого статуса пожилого человека оказывают нарушение рационов питания и неполноценный аминокислотный состав белков, жирных кислот, эссенциальных витаминов и микроэлементов. Эти факторы приводят к росту сердечно-сосудистых заболеваний и сокращению продолжительности жизни.

В научно-технической и патентной литературе приводится информация о способах оптимизации рецептур продуктов для питания людей старших возрастных групп. Для вычислений состава продуктов обычно используется универсальная система MathCAD, относящаяся к промышленному стандарту проведения подобных операций [1,2].

В работе Гавалко Ю.В. и его коллег приведены сведения об изменениях метаболических показателей в зависимости от структуры питания [3]. Значительное внимание уделено разработке научных основ и технологических принципов организации производства геродиетических продуктов из растительного и животного сырья [4-6]. Запатентован ряд композиций продуктов геродиетического назначения, внедренных в промышленное производство [7,8]. Отечественные и зарубежные исследователи сформулировали ряд положений о питании пожилых людей [9-11]. Однако опубликованные работы в области геродиетики, практически не используют математические методы планирования состава продуктов.

Для упрощения постановки и решения задач оптимизации состава стандартным математическим языком в работе использовали программу

MathCAD. Математическая модель оптимизации состава должна учитывать органолептические характеристики комбинированного геродиетического продукта. Решение представленной задачи находили методом экспертных оценок, при котором органолептические показатели определяются на основе ранжирования мнения экспертов при попарном сравнении предложенных образцов. Ставилась задача разработать алгоритм оптимизации, который позволил бы моделировать продукты с максимально возможным значением органолептических показателей при условии оптимальной сбалансированности нутриентов (микро-и макроэлементы) и с минимально возможным гликемическим индексом. Для этих целей использовалась многокритериальная оптимизация показателя сбалансированности состава, гликемического индекса и оценки органолептических свойств, на основе методов регрессионного анализа и математического программирования, реализованных средствами математических программных сред Statistica и MathCAD.

На первом этапе устанавливается связь органолептического критерия Кос количественным составом X рецептуры, где $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ – вектор с массой (г или мг) каждого продукта в смеси, методом регрессионного анализа рейтинговой оценки органолептических показателей. Исходными данными для получения регрессионной модели органолептической оценки являются данные дегустационного анализа продукта на контрольной группе испытуемых.

На втором этапе проводится свёртка критериев по мультипликативной модели несимметричных функций желательности. Расчёты проведены в MathCAD. Закон смешивания j -тых показателей-ингредиентов (углеводы, витамины, железо и т.д.), содержащихся в каждом i -том компоненте смеси (яблоки, мука амарантовая и т.д.), предполагался аддитивным (линейным):

$$b_j(X) = \sum_{i=1}^n A_{i,j} x_i, \quad (1)$$

где $A_{i,j}$ -исходные данные по содержанию j -го показателя-ингредиента, $1 \leq j \leq N$, в i -том компоненте, $1 \leq i \leq n$, взятые из [2].

Требуемое эталонное сбалансированное содержание показателей-ингредиентов взято из [1]. Поскольку как снижение, так и передозировка отдельных компонентов рецептуры, нежелательны, то для определения нормы потребления использовали доверительный интервал с j -ым критерием сбалансированности для j -го показателя-ингредиента, с применением кривых Гомперца:

$$K_j(b_j) = e^{-s \cdot (b_j - s)} - e^{-u \cdot (b_j - w)} \quad (2)$$

где параметры s – середина между неприемлемым дефицитом и нижней границей нормы показателя-ингредиента, w – середина между неприемлемой передозировкой в верхней границе нормы показателя-ингредиента, r – с обратной пропорциональностью крутизны левого подъёма, u – с обратной пропорциональностью крутизны правого спада. Критерий сбалансированности (от 0 до 1) смеси по мультипликативной модели имеет вид:

$$K_S(X) = \sqrt[N]{K_1(b_1) \cdot K_2(b_2) \cdot \dots \cdot K_N(b_N)} \quad (3)$$

Критерий K_{GI} для гликемического индекса с помощью (1) может быть вычислен по (2):

$$(4)$$

Свёртка критериев K_0 , K_S и K_{GI} предлагается как функция желательности всей смеси, трактуемая в % от «идеального» состояния:

$$K(X) = 100 \sqrt[N]{K_0(X) \cdot K_S(X) \cdot K_{GI}(X)} \xrightarrow{X=1} \max \square \quad (5)$$

Максимизация критерия (6) с указанием допустимых значений (положительность аргументов, ограничивающих содержание компонентов-нутриентов, показателей-ингредиентов по МР 2.3.1.2432 и т.д.) составляет постановку задачи оптимизации. На 3-м этапе задача оптимизации по критерию (5) решалась методами математического программирования, с помощью пакета MathCAD версии 15.

Произведён расчёт оптимального состава и реализована проверка выполнения ограничений содержания нутриентов по Методическим Рекомендациям № 2.3.1.2432-08, в которых описаны физиологические потребности населения различных возрастных групп в энергии и пищевых веществах.

В результате из нескольких вариантов композиций, приближенных к заданным параметрам, выбирается наиболее сбалансированный и по химическому составу, и по органолептическим показателям, и по гликемическому индексу.

Заключение. Выполненное исследование позволяет решить проблему оптимизации химического состава продуктов методами математического планирования эксперимента. Разработан математический метод оптимизации состава продуктов геродиетического питания с использованием системы MathCAD. Проанализированы недостатки существующих подходов к оптимизации состава продуктов. В качестве методов исследования оптимизации состава геродиетических продуктов по заданным критериям использовались принципы математического программирования и средства пакета MathCAD. Результатами исследования является разработка вариантов композиций, приближенных к заданным параметрам, с выбором рецептуры продукта, наиболее сбалансированного и по химическому составу, и по органолептическим показателям, и по гликемическому индексу. Перерабатывающим предприятиям АПК переданы рекомендации по производству сбалансированных по составу продуктов геродиетического назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белинская С.И. Использование пакета Mathcad в информатике. Иркутск: ИрГУПС, 2012. – 84 с.
2. Берко Н.А., Елисеева Н.Н. Применением пакета Mathcad: Математический практикум.– М: МГИУ, 2006. –135 с.

3. Гавалко Ю.В. Влияние геродиетического мясного паштета на метаболические показатели у пожилых людей: Роль витамина B₁₂ /Ю.В. Гавалко, Л.В. Пешук, Л.Л. Синеок, М.С. Романенко, А.И. Гашук //Успехи геронтологии, том 228, № 3, 2015. – С.571-578.

4. Галстян А.Г. Научные основы и технологические принципы производства молочных консервов геродиетического назначения /А.Г. Галстян, А.Н. Петров, И.А. Радаева, О.О. Саруханян, А.Н. Курзанов, А.П. Сторожук // Вопросы питания. 2016. № 5. – С. 114-119.

5. Ибрагим Камель Дауд. Разработка технологии комплексной переработки плодов и листьев оливкового дерева для создания новых продуктов геродиетического питания : автореферат дис. ... к.т.н. Краснодар: КубГТУ, 2005. – 23 с.

6. Ковтун Т.В. Перспективы создания продуктов геродиетического назначения //Электронный журнал КубГАУ, № 67, 2011. – 9 с.

7. Патент РФ на изобретение №2251352 - Способ производства геродиетического продукта Камель И., Касьянов Г.И., Квасенков О.И. Заявлено 31.01.2003, опубликовано 27.09.2005.

8. Патент РФ на изобретение №2261023 МПК A23L 1/29. Способ производства композиции для геродиетического питания Камель И., Касьянов Г.И., Квасенков О.И. Заявлено 31.01.2003, опубликовано 27.09.2005.

9. Пристром М.С., Сушинский В.Э., Семенов И.И., Артюшик В.В. Характеристика феномена долголетия. Взгляд на проблему // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье, № 5-6, 2017. – С. 65-74.

10. Юдина С.Б., Харенко Е.Н. Геродиетическое питание: настоящее и будущее //Мясная индустрия. 2018. № 7. – С. 28-32.

11. Ellinor Edfors and Albert Westergren. Home-Living Elderly People's Views on Food and Meals. // Journal of Aging Research, Volume 2012, Article ID 761291, 9 pages. Kristianstad, Sweden. Accepted 3 August 2012

REFERENCES

1. Belinskaya S.I. Ispolzovanie paketa Mathcad v informatike. Irkutsk: IrGUPS, 2012. – 84 s.
2. Berko N.A., Eliseeva N.N. Primeneniyem paketa Mathcad: Matematicheskiy praktikum.– M: MGIU, 2006. –135 s.
3. Gavalko Yu.V. Vliyaniye gerodieticheskogo myasnogo pashteta na metabolicheskie pokazateli u pozhilykh lyudey: Rol vitamina B12 /Yu.V. Gavalko, L.V. Peshuk, L.L. Sineok, M.S. Romanenko, A.I. Gashuk //Uspekhi gerontologii, tom 228, № 3, 2015. – S.571-578.
4. Galstyan A.G. Nauchnye osnovy i tekhnologicheskie printsipy proizvodstva molochnykh konservov gerodieticheskogo naznacheniya /A.G. Galstyan, A.N. Petrov, I.A. Radaeva, O.O. Sarukhanyan, A.N. Kurzanov, A.P. Storozhuk // Voprosy pitaniya. 2016. № 5. – S. 114-119.
5. Ibragim Kamel Daud. Razrabotka tekhnologii kompleksnoy pererabotki plodov i listev olivkovogo dereva dlya sozdaniya novykh produktov gerodieticheskogo pitaniya : avtoreferat dis. ... k.t.n. Krasnodar: KubGTU, 2005. – 23 s.
6. Kovtun T.V. Perspektivy sozdaniya produktov gerodieticheskogo naznacheniya //Elektronnyy zhurnal KubGAU, № 67, 2011. – 9 s.
7. Patent RF na izobretenie №2251352 - Sposob proizvodstva gerodieticheskogo produkta Kamel I., Kasyanov G.I., Kvasenkov O.I. Zayavleno 31.01.2003, opublikovano 27.09.2005.
8. Patent RF na izobretenie №2261023 MPK A23L 1/29. Sposob proizvodstva kompozitsii dlya gerodieticheskogo pitaniya Kamel I., Kasyanov G.I., Kvasenkov O.I. Zayavleno 31.01.2003, opublikovano 27.09.2005.
9. Pristrom M.S., Sushinskiy V.E., Semenenkov I.I., Artyushchik V.V. Kharakteristika fenomena dolgoletiya. Vzglyad na problemu // Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaya praktika i zdorove, № 5-6, 2017. – S. 65-74.
10. Yudina S.B., Kharenko E.N. Gerodieticheskoe pitanie: nastoyashchee i budushchee //Myasnaya industriya. 2018. № 7. – S. 28-32.

11. Ellinor Edfors and Albert Westergren. Home-Living Elderly People's Views on Food and Meals. // Journal of Aging Research, Volume 2012, Article ID 761291, 9 pages. Kristianstad, Sweden. Accepted 3 August 2012

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF HERODIETIC NUTRITION PRODUCTS USING PTC MATHCAD

**KAMEL DAUD IBRAGIM¹, G.I. KASYANOV², A.A. ZAPOROZHSKIY²,
E.V. INOCHKINA²**

¹*Lebanon National University,*

²*Kuban State Technological University,*

2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072

When designing the composition of herodietic food products, it is necessary to solve the problem of optimizing the chemical composition of new recipes using systematic mathematical analysis. The aim of the work was to develop mathematical methods for optimizing the composition of herodietic nutrition products using the MathCAD system. At the same time, the problems of analyzing the shortcomings of existing approaches to designing the composition of products as research methods were solved. Optimization of the composition of herodietic products according to the specified criteria was solved by mathematical programming methods. Integrated software systems allowed us to develop variants of prescription compositions that are close to the specified parameters, with the choice of raw materials to create a finished product that is the most balanced in terms of chemical composition, organoleptic parameters, and glycemic index.

Key words: optimization of the composition, of herodietic products, diets, balance components