

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ  
ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ  
НЕТРАДИЦИОННОГО ВИДА СЫРЬЯ**

**О.Н. ЗЮЗИНА, О.В. КОСЕНКО, С.В. БЕЛОУСОВА, Ю.В. ТЕРЕНТЬЕВА, Н.С.  
НИКОЛЕНКО, Л.В. ХОБТА**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: [zyuzina-olga@mail.ru](mailto:zyuzina-olga@mail.ru)*

В работе рассмотрены перспективы применения математического моделирования при производстве полуфабрикатов из нетрадиционного сырья. Проведены исследования химического и аминокислотного состава мяса нутрии. В статье приведены сведения о разработанной программе ЭВМ и ее использовании при конструировании рецептурных композиций, сбалансированных по химическому составу. Разработаны рецептуры мясорастительных кулинарных изделий из мяса нутрии. Усовершенствована технологическая схема производства мясорастительных фаршевых изделий. Определена биологическая ценность разработанных продуктов. Представлены данные по составу, созданной программы ЭВМ. Даны рекомендации о внедрении и использовании данной программы в учебном процессе, пищевой отрасли. Установлено, что разработанные программы ЭВМ позволяют упростить определение биологической ценности сырья растительного и животного происхождения и созданных на их основе продуктов, а также позволяют конструировать сбалансированные по химическому составу мясорастительные и рыбораствительные продукты.

Ключевые слова: мясо нутрии, полуфабрикаты, химический состав, аминокислотный состав, биологическая ценность, программа ЭВМ, рецептурные композиции, технологическая схема

Для современного мира характерны две основные проблемы в питании, влияющих на здоровье населения России: одна из которых - недостаточность пищевых веществ и питания в целом, а другая – «богатое» питание, характеризующееся избыточным потреблением энергии и нарушением структуры питания. Уникальность положения России в период экономических реформ на рубеже XX-XXI веков заключается в том, что для неё эти проблемы одинаковы актуальны. В настоящее время в большей степени от недостатка витаминов страдают дети, люди пенсионного и старческого возраста и все малообеспеченное население.

Мясо нутрии относится к нетрадиционным видам сырья и в настоящее время не используется в производстве. Нутрия является уникальным продуктом, поскольку обладает диетическими и лечебно-профилактическими

свойствами. В этом смысле, применение математического моделирования в пищевой промышленности является актуальной и перспективной темой.

Целью данных исследований явилось обоснование актуальности применения математического моделирования в пищевой промышленности при разработке рецептур мясорастительных кулинарных изделий из нетрадиционных видов сырья.

На первом этапе экспериментальных исследований нами был изучен химический и аминокислотный состав мяса нутрии. В таблице 1 представлен химический состав мяса нутрии. Пищевая ценность мяса нутрии в среднем составляет 135 ккал [1].

Таблица 1 - Химический состав мяса нутрии

| Наименование сырья | Содержание, % |       |        |                      | Энергетическая ценность, Ккал/100 г |
|--------------------|---------------|-------|--------|----------------------|-------------------------------------|
|                    | вода          | белок | липиды | минеральные вещества |                                     |
| Мясо нутрии        | 66,3          | 20,7  | 9,5    | 1,4                  | 135                                 |

В настоящее время научно доказано, что регулярное употребление в пищу жира нутрии является отличной профилактикой против легочных болезней, в частности туберкулеза.

Анализ аминокислотного состава показал, что белки мышечной ткани нутрии содержат все незаменимые аминокислоты, белок является полноценным (таблица 2).

Таблица 2 - Аминокислотный состав мяса нутрии

| Наименование аминокислоты | Содержание аминокислоты, % |
|---------------------------|----------------------------|
| Аспарагиновая кислота     | 1,604                      |
| Треонин                   | 0,903                      |
| Серин                     | 0,882                      |
| Глутаминовая кислота      | 3,871                      |
| Пролин                    | 0,983                      |
| Цистин                    | 0,232                      |
| Глицин                    | 1,116                      |
| Аланин                    | 1,002                      |

|             |        |
|-------------|--------|
| Валин       | 0,884  |
| Метионин    | 0,304  |
| Изолейцин   | 0,3    |
| Лейцин      | 1,101  |
| Тирозин     | 0,161  |
| Фенилаланин | 0,702  |
| Гистидин    | 0,531  |
| Лизин       | 1,001  |
| Аргинин     | 0,814  |
| ИТОГО       | 16,707 |

На следующем этапе исследований мы применяли созданную нами программу ЭВМ с целью разработки рецептов продуктов, сбалансированных по аминокислотному составу.

Для создания полуфабрикатов из нетрадиционных видов сырья нами были использованы следующие растительные ингредиенты: нут, чечевица, кунжут, фасоль обыкновенная в результате были получены рецепты: зразы «Пикантные», котлеты «Аппетитные», биточки «Кубанские», тефтели «Диетические», фрикадели «Школьные».

Программа реализует концептуальные подходы имитационного моделирования, сформулированные известными отечественными учеными.

При конструировании сбалансированных продуктов незаменимым источником биологически активных веществ являются овощи и плоды, в которых явно выражено совпадение высоких биологических свойств с минимальной калорийностью. В них содержатся необходимые с точки зрения физиологических потребностей организма человека пищевые вещества: углеводы, пищевые волокна, витамины, макро- и микроэлементы [2].

В качестве растительных ингредиентов были взяты: морковь красная, лук репчатый, тыква крупноплодная, перец сладкий красный, чечевица, крупа манная, крупа рисовая. Кроме этого в рецептуры вводили масло растительное, соль, CO<sub>2</sub>- экстракты: перца черного, укропа, чеснока.

При разработке рецептур фаршевых изделий оптимизировали сбалансированность аминокислотного состава по незаменимым аминокислотам; жирнокислотного состава по соотношению насыщенных, моновенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот; соотношение белков, жиров, углеводов; минеральных веществ.

Исходные компоненты подбирали с учетом традиционных гастрономических требований совместимости овощного и рыбного сырья.

Совершенствование технологии было направлено на комбинирование сырья животного и растительного происхождения [3, 4]. В качестве сырья животного происхождения мы использовали мясо нутрии. В качестве растительного сырья – овощи и крупы, районированные в Краснодарском крае. А так же БД, полученную из чечевицы.

Таблица 3 - Рецептуры рыбораствительных кулинарных изделий из мяса нутрии (в кг на 100 кг готовой продукции)

| Наименование компонентов      | Рецептура кг/100 кг  |                     |                   |                       |                      |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
|                               | Котлеты «Аппетитные» | Биточки «Кубанские» | Зразы «Пикантные» | Тефтели «Диетические» | Фрикадели «Школьные» |
| Мясо нутрии                   | 55,0                 | 54,0                | 54,6              | 58,6                  | 60,0                 |
| Кукурузный крахмал            | -                    | 1,7                 | -                 | -                     | 1,5                  |
| Картофельный крахмал          | 1,7                  | -                   | 5,0               | -                     | -                    |
| Мука пшеничная                | -                    | 5,0                 | -                 | 5,9                   | -                    |
| Хлеб пшеничный                | 7,0                  | -                   | -                 | -                     | -                    |
| Яичный порошок                | -                    | -                   | 3,5               | 2,0                   | -                    |
| Яйцо                          | 2,5                  | 2,2                 | -                 | -                     | 3,0                  |
| Масло растительное            | 1,6                  | 1,9                 | 2,0               | 2,6                   | 1,6                  |
| Молоко сухое коровье          | 3,0                  | 4,0                 | 3,5               | -                     | 2,5                  |
| Соль поваренная пищевая       | 1,5                  | 1,6                 | 0,8               | -                     | 2,0                  |
| Сахар-песок                   | -                    | -                   | 0,2               | -                     | -                    |
| Крупа перловая бланшированная | -                    | -                   | -                 | 6,0                   |                      |
| Рис бланшированный            | -                    | -                   | -                 | 7,0                   | 13,1                 |
| Крупа манная                  | 3,9                  | 2,0                 | 4,0               | -                     | -                    |
| Крупа чечевичная              | 4,0                  | -                   | 7,0               | -                     | -                    |
| Зелень                        | 1,3                  | 0,69                | 0,5               | 0,7                   | -                    |
| Морковь красная свежая        | 2,2                  | 5,4                 | 3,0               | -                     | -                    |
| Морковь                       | -                    | -                   | -                 | 6,0                   | -                    |

|   |          |          |          |          |            |
|---|----------|----------|----------|----------|------------|
| бланшированная                            |          |          |          |          |            |
| Свекла столовая                           | 1,0      | -        | -        | -        | -          |
| Лук репчатый<br>свежий и<br>пассированный | 3,0<br>- | 2,5<br>- | -<br>3,5 | -<br>5,2 | 4,0<br>2,0 |
| Капуста белокочанная                      | 1,0      | -        | -        | -        | -          |
| Перец красный<br>сладкий                  | 1,0      | 3,5      | 2,0      | -        | -          |
| Тыква                                     | 1,2      | 1,5      | -        | -        | -          |
| Картофель                                 | -        | 2,0      | -        | -        | -          |
| Чеснок свежий<br>очищенный                | 0,5      | 0,47     | -        | 0,5      | 0,4        |
| БД из чечевицы                            | 0,2      | 0,14     | -        | -        | -          |
| Вода питьевая                             | 8,0      | 7,0      | 7,0      | 5,5      | 5,5        |
| Сухари панировочные                       | 3,4      | 3,4      | 3,4      | -        | -          |
| СО <sub>2</sub> -экстракты<br>пряностей   | 0,005    | 0,004    | 0,005    | 0,005    | 0,003      |

Опытные работы по изготовлению рыборастворительных фаршевых изделий проводились в лабораторных условиях кафедры ТМиРП КубГТУ.

Технологическая схема производства мясорастительных фаршевых изделий представлена на рисунке 1.

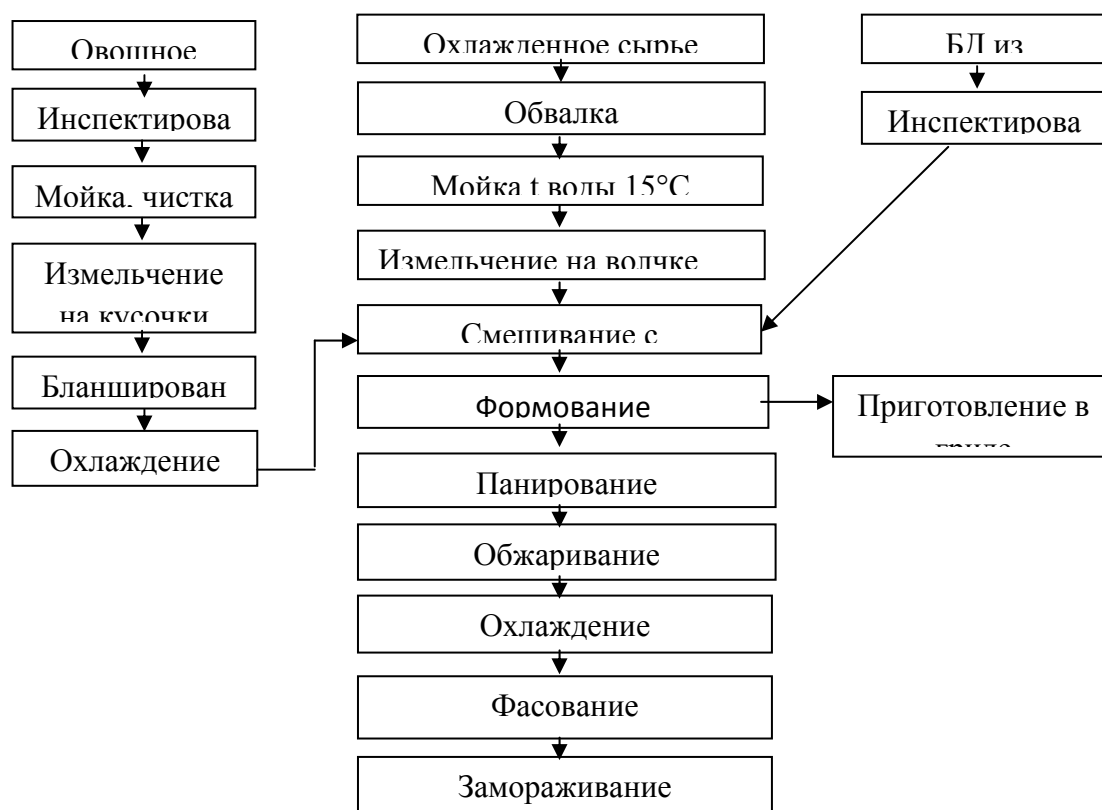


Рисунок 1 - Технологическая схема производства мясорастительных кулинарных изделий

В КубГТУ на кафедре ПМ совместно с сотрудниками кафедры ТМиРП разработана программа «Определение биологической ценности продукта путем

анализа аминокислотного состава с определением лимитирующих аминокислот методами динамического программирования для сканирующих неоднородностей»

Программа позволяет вычислить биологическую ценность как готового продукта, предложенного из перечня более чем 200 наименований, так и созданной поликомпонентной системы. По результатам введенного продукта программа формирует протокол, в котором указывается список аминокислот, входящий в продукт и оценка биологической ценности продукта [5].

Программа создана в среде разработки визуального программирования Microsoft Visual Studio 2010, язык C#. Фрагмент программы представлен на рисунке 2.

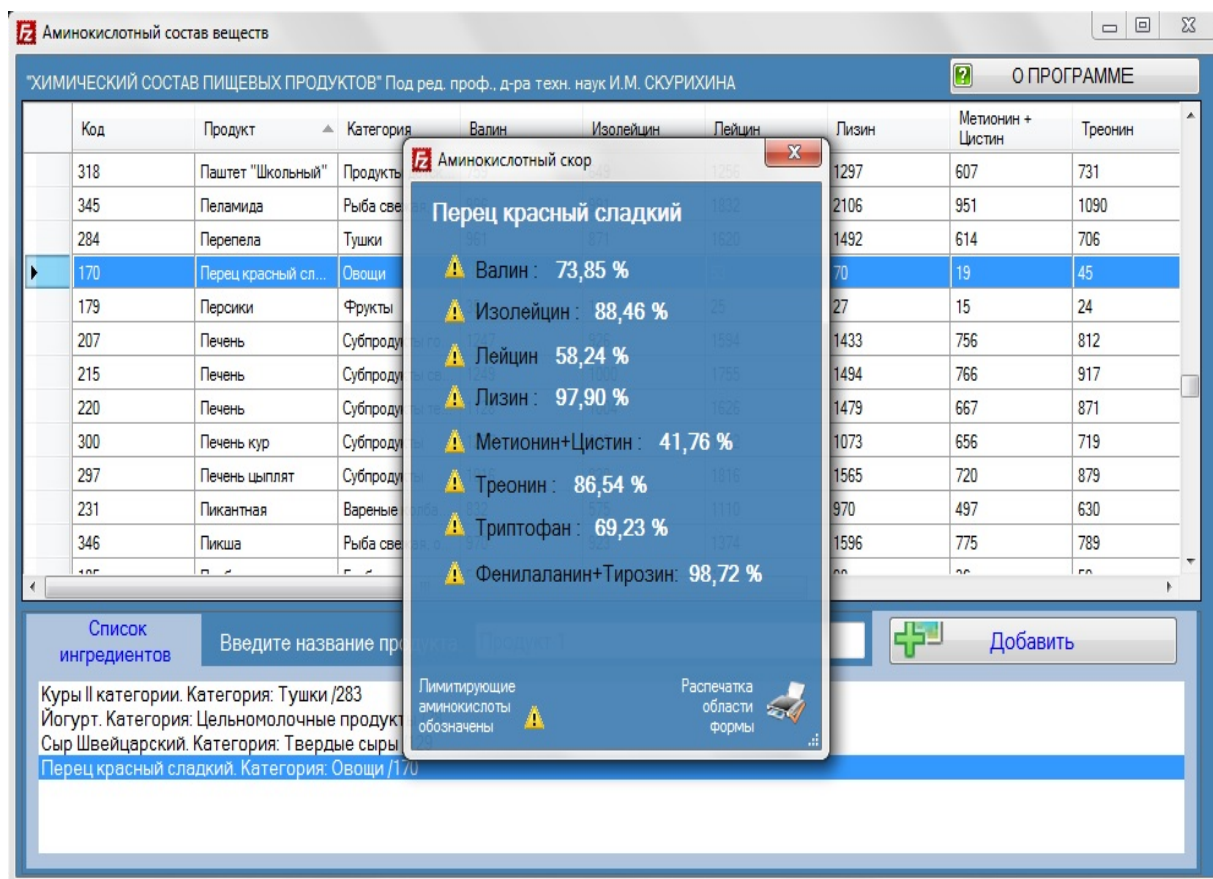


Рисунок 2 – Фрагмент программы (screenshot)

Состав программы:

Форма 1: основные функции:

- private void add\_Click(object sender, EventArgs e)  
(функция добавления ингредиента с состав продукта);

- `private void box_DoubleClick(object sender, EventArgs e)`  
(функция двойного щелчка ЛКМ по элементу управления «ListBox» и вывод на экран Формы 2);
- `private void box_KeyDown(object sender, KeyEventArgs e)`  
(функция аналогична предыдущей, но реагирует на нажатие клавиши «Enter»);
- `private void dataGridView_KeyDown(object sender, KeyEventArgs e)`  
(функция аналогична (1), но реагирует на нажатие клавиши «Enter»);
- `private void about_Click(object sender, EventArgs e)`  
(функция вызова Формы 3);
- `private void dataGridView_DoubleClick(object sender, EventArgs e)`  
(функция аналогична (1), но при нажатии на элемент управления «DataGridView» двойным щелчком ЛКМ).

Форма 2:

- `private void printDocument1_PrintPage(System.Object sender, System.Drawing.Printing.PrintPageEventArgs e)`  
(функция для распечатки области формы).

Форм 3 – не содержит функций.

С помощью данной программы совершенствуется учебный процесс, в частности, процесс определения биологической ценности продуктов из сырья животного и растительного происхождения по дисциплине «Методы исследования свойств сырья и готовой продукции» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 100800 – Товароведение, 260100 – Продукты питания из растительного сырья, 260200 – Продукты питания животного происхождения, 260800 – Технология продукции и организация общественного питания.

Данное программное обеспечение рекомендовано преподавателям, магистрам, бакалаврам, а также специалистам пищевых отраслей. Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что благодаря

программе ЭВМ значительно упрощается и процесс определения биологической ценности продуктов из сырья животного и растительного происхождения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред.член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. -М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.

2. Определение биологической ценности продукта путем анализа аминокислотного состава с определением лимитирующих аминокислот методами динамического программирования для сканирующих неоднородностей/ Касьянов Г.И., Косенко О.В., Белоусова С.В., Зюзина О.Н., Николенко Н.С., Хобта Л.В. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014611487, зарегистрировано 04.02.2014.

3.Шаманова Т.С. Технология мясорастительных фаршевых полуфабрикатов/Т.С. Шаманова, И.А. Палагина, Г.И. Касьянов.- Краснодар: КрасНИИРХ, 2003.-119 с.

4.Дубровская Т.А. Улучшение качества мясных продуктов путем использования современных пищевых добавок // ВНИЭРХ. ИП. Улучшение качества рыбных продуктов путем использования современных пищевых добавок. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов, IV (I). М.: ВНИЭРХ, 1996. – 137 с.

5. Липатов Н.Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью/Н.Н.Липатов// Хранение и переработка сельхозсырья.-1995.-№3.- С.4-9.

## REFERENCES

1. Himicheskij sostav rossijskih pishhevyh produktov: Spravochnik / Pod red.chlen-korr. MAI, prof. I. M. Skurihina i akademika RAMN, prof. V. A. Tutel'jana (Chemical composition of Russian food: Directory), Moscow 2002, 236 p.

2. Lipatov N.N., Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja, 1995.no 3, pp.4-9



3. Shamanova T.S., Palagina I.A., Kas'janov G.I., Tehnologija mjasorastitel'nyh farshevyh polufabrikatov (Minced ones meat and cereal technology of semis) Krasnodar, 2003, 119 p.

4. Dubrovskaja T.A., Uluchshenie kachestva mjasnyh produktov putem ispol'zovanija sovremennyh pishhevyh dobavok, (Improvement of quality of meat products by using modern food additives), no. IV (I) Moscow, 1996, 137 p.

5. Kas'janov G.I., Kosenko O.V., Belousova S.V., Zjuzina O.N., Nikolenko N.S., Hobta L.V., Opređenje biologičeskoj cennosti produkta putem analiza aminokislotojnogo sostava s opredeleniem limitirujuščih aminokislot metodami dinamičeskogo programmirovanija dlja skanirujuščih neodnorodnostej (Determination of the biological value of the product by the analysis of amino acid composition to the definition limiting amino acids using dynamic programming for scanning of inhomogeneities).

*APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING IN THE PRODUCTION OF PRODUCTS MEAT AND CEREAL FROM UNCONVENTIONAL RAW MATERIAL*

**O.N. ZYUZINA, O.V. KOSENKO, S.V. BELOUSOVA, Y.V. TERENCEVA, N.S. NIKOLENKO, L.V. KHOBTA**

*Kuban State University of Technology,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 2350072; ph./fax. (861)274-16-89,  
Email: [zyuzina-olga@mail.ru](mailto:zyuzina-olga@mail.ru)*

In this work the prospects for the application of mathematical modeling in the production of semi-finished products from non-traditional materials. Researches chemical and amino acid composition of meat nutria. The article presents information on the program developed by computer and its use in the design of prescription formulations balanced chemical composition. Recipe developed meat and cereal food products from meat nutria. Improved Flow sheet of production minced meat and cereal products. Determined biological value of the developed products. The data on the composition, created computer programs. Recommendations on the implementation and use of this program in the educational process, the food industry. Found that computer programs designed to simplify the definition of biological value raw materials of plant and animal origin and based on these products, as well as allow you to design a balanced chemical composition of cereal and for fish products.

Keywords: meat nutria, semi-chemical composition, amino acid composition, biological value, computer program, prescription compositions technological scheme.