

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ДЛЯ КОЭКСТРУЗИОННЫХ ПРОДУКТОВ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Седых Ольга Леонидовна

*Старший преподаватель Национального Университета Пищевых Технологий,
г. Киев*

E-mail: olgased@ukr.net

Запотоцкая Елена Васильевна

Ассистент Национального Университета Пищевых Технологий, г. Киев

E-mail: zapotocka@rambler.ru

Темп жизни современного человека, повышение мобильности, желание к минимуму сократить продолжительность приготовления пищи смещает вектор потребительских вкусов в сторону продуктов быстрого приготовления. Особое место среди продуктов «быстрого питания» занимают сухие завтраки экструзионной технологии (палочки, кольца, шарики, пластинки, хлопья, батончики или подушечки с начинками). Сырьем для производства данных продуктов являются зерновые культуры, в большинстве случаев кукуруза, пшеница, рис, овес, которые могут использоваться при изготовлении экструдатов отдельно или в смесях, а также разнообразные вкусовые и ароматические добавки. Такие продукты перегружены крахмалом и характеризуются небольшим содержанием белка, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ. Систематическое потребление продуктов, содержащих недостаточное количество незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных веществ может вызвать необратимые изменения в организме человека.

Белки являются наиболее ценным компонентом пищи. Они участвуют в важных функциях организма. Особенность белков состоит в их незаменимости другими пищевыми веществами. Белки пищи в организме человека расщепляются до органических кислот, из которых снова синтезируются новые аминокислоты, а потом белки. Это так называемые заменимые аминокислоты. Существует восемь аминокислот, а именно: изолейцин, лейцин, лизин, валин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин, которые не образуются в организме взрослого человека, а поступают только с пищей. Это так называемые незаменимые аминокислоты. При недостатке аминокислот задерживается развитие организма [2,4].

Применение вместе с традиционной для производства продуктов экструзии зерновым сырьем такого нетрадиционного сырья, как горох, фасоль и чечевица позволит расширить ассортимент коэкструзионных продуктов и улучшить пищевую и биологическую ценность. Белок зернобобовых культур богат на аминокислоты, биологически полноценный, характеризуется высокой перевариваемостью. Растительные белки могут использоваться для повышения содержания белка, замены части основного сырья и снижение энергетической ценности продуктов.

Для определения ценности аминокислотного состава используют показатель аминокислотного СКОРа, равный отношению содержания аминокислоты в исследуемом белке к содержанию этой же аминокислоты в «идеальном белке». Аминокислота, имеющая аминокислотный СКОР меньше, чем 100%, называется лимитирующей [4].

Анализ химического состава сырья, которое традиционно использовалось для производства сухих завтраков, показал, что все они имеют количественный дефицит эссенциальных аминокислот, поэтому для получения продукта с полноценным белком необходимо добавлять в рецептуру ингредиенты, которые бы компенсировали недостаток дефицитных аминокислот. Предлагается использовать как обогатитель зернобобовые культуры, содержащие в своем составе незаменимые аминокислоты, которых не хватает в основном сырье, физиологически активные углеводы, богатый комплекс витаминов и пищевых волокон.

Руководствуясь методом нутрициологии можно создать такие рецептурные композиции, состав которых соответствовал бы всем требованиям эталона.

В таблице 1 представлено содержание незаменимых аминокислот в зерновых белках и количество соответствующих аминокислот, которые необходимы человеку.

Таблица 1

№ п/п	Незаменимые аминокислоты, мг/100 г белка	Крупа рисовая	Пшеница	Крупа овсяная	Крупа манная	Гречневая ядрица	Пшено	«Геркулес»	Крупа ячневая	Кукурузная крупа	Чечевица	Горох	Фасоль	Потребность человека
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	валин	6,00	4,34	4,30	4,76	4,68	4,09	5,09	4,80	4,94	5,29	4,93	5,33	5,0
2	изолейцин	4,71	3,67	3,62	4,37	3,65	3,74	3,62	4,65	4,94	4,25	5,32	4,90	4,0
3	лейцин	8,86	6,96	6,36	7,86	5,91	13,3	5,77	5,10	13,2	7,88	8,05	8,29	7,0
4	лизин	3,71	3,21	3,82	2,48	4,21	2,50	3,82	3,50	2,53	7,17	7,56	7,57	5,5
5	метионин+ цистин	4,24	3,66	3,36	3,64	5,16	4,14	3,67	3,60	3,01	2,13	2,71	2,05	3,5
6	треонин	3,43	3,48	3,18	3,06	3,17	3,48	3,45	2,50	2,41	4,00	4,10	4,14	4,0
7	триптофан	1,43	1,34	1,55	1,07	1,43	1,57	1,77	1,20	0,72	0,92	1,27	1,24	1,0
8	фенилаланин+ тирозин	9,43	7,77	8,27	7,86	8,19	8,61	8,91	8,20	7,95	8,46	8,29	8,38	6,0

Расчет выполнен для смеси круп: пшеничной, гречневой ядрицы, кукурузы и фасоли.

Задаем количество компонентов в смеси, в переменные k1, k2 k12 вводим соответствующие номера компонентов (в порядке увеличения), создаем матрицу A и вектор B, которые соответствуют значениям таблицы 1:

ORIGIN := 1

$$A := \begin{pmatrix} 6 & 4.34 & 4.3 & 4.76 & 4.68 & 4.09 & 5.09 & 4.8 & 4.94 & 5.29 & 4.93 & 5.33 \\ 4.71 & 3.67 & 3.62 & 4.37 & 3.65 & 3.74 & 3.62 & 4.65 & 4.94 & 4.25 & 5.52 & 4.9 \\ 8.86 & 6.96 & 6.36 & 7.86 & 5.91 & 13.34 & 5.77 & 5.1 & 13.25 & 7.88 & 8.05 & 8.29 \\ 3.71 & 3.21 & 3.82 & 2.48 & 4.21 & 2.5 & 3.82 & 3.5 & 2.53 & 7.17 & 7.56 & 7.57 \\ 4.24 & 3.66 & 3.36 & 3.64 & 5.16 & 4.14 & 3.67 & 3.6 & 3.01 & 2.13 & 2.71 & 2.05 \\ 3.43 & 3.48 & 3.18 & 3.06 & 3.17 & 3.48 & 3.45 & 2.5 & 2.41 & 4 & 4.1 & 4.14 \\ 1.43 & 1.34 & 1.55 & 1.07 & 1.43 & 1.57 & 1.77 & 1.2 & 0.72 & 0.92 & 1.27 & 1.24 \\ 9.43 & 7.77 & 8.27 & 7.86 & 8.19 & 8.61 & 8.91 & 8.2 & 7.95 & 8.46 & 8.29 & 8.38 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 5.0 \\ 4.0 \\ 7.0 \\ 5.5 \\ 3.5 \\ 4.0 \\ 1.0 \\ 6.0 \end{pmatrix}$$

n := 4

k₁ := 2 k₂ := 5 k₃ := 9 k₄ := 12 k₅ := 0 k₆ := 0

k₇ := 0 k₈ := 0 k₉ := 0 k₁₀ := 0 k₁₁ := 0 k₁₂ := 0

Создаем матрицу C, что соответствует значениям незаменимых аминокислот для введенных компонентов; вектор D, что соответствует среднему значению каждой незаменимой аминокислоты для введенных компонентов; формируем вектор BD как разность между значениями потребностей человека (вектор B) и средними значениями (вектор D) каждой незаменимой аминокислоты для введенных компонентов; формируем вектор N_BD и находим основные лимитирующие незаменимые аминокислоты в этой композиции (вектор R):

$$R := \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..n \\ \quad k \leftarrow 0 \\ \quad \text{for } j \in 1.. \text{rows}(BD) \\ \quad \quad k \leftarrow j \text{ if } BD_j = N_BD_i \\ \quad R_i \leftarrow k \end{array} \quad R = \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \\ 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Для данной смеси круп: пшеничной, гречневой ядрицы, кукурузы и фасоли лимитирующие незаменимые аминокислоты – это лизин (4), треонин (6), валин(1), метионин+цистин (5).

Формируем матрицу C4 из коэффициентов основных лимитирующих незаменимых аминокислот этой композиции, вектор B4 из коэффициентов соответствующих значений потребностей человека и решаем систему уравнений относительно основных лимитирующих незаменимых аминокислот; рассчитываем аминокислотный СКОР в %, равный отношению количества аминокислоты в 100 г белка продукта к количеству той же аминокислоты в 100 г идеального белка:

$$\begin{array}{l}
 C4 := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..n \\ \quad m \leftarrow R_i \\ \quad C1^{(i)} \leftarrow (C^T)^{(m)} \\ C1^T \end{array} \right. \\
 B4 := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..n \\ \quad m \leftarrow R_i \\ \quad B4_i \leftarrow B_m \\ B4 \end{array} \right. \\
 x := \text{Isolve}(C4, B4) \\
 P1 := \left\{ \begin{array}{l} P \leftarrow C \cdot x \\ \text{for } j \in 1.. \text{rows}(B) \\ \quad P_j \leftarrow \frac{P_j}{B_j} \cdot 100 \\ P1 \end{array} \right. \\
 P1 = \begin{pmatrix} 100 \\ 106.652 \\ 101.363 \\ 100 \\ 100 \\ 100 \\ 144.648 \\ 141.786 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Согласно предложенной рецептурной композицией в продукте отсутствует дефицит незаменимых аминокислот, так как он имеет высокую биологическую ценность.

В таблице 2 приведены данные количества белка в 100 г продукта.

Таблица 2

Крупа рисовая	Пшеница	Крупа овсянная	Крупа манная	Гречневая ядрица	Пшено	«Геркулес»	Крупа ячневая	Крупа кукурузная	Чечевица	Горох	Фасоль
7	11,2	11	10,3	12,6	11,5	11	10	8,3	24	20,5	21

Создаем векторы V и Y, которые соответствуют данным таблицы 2 и количеству белка (граммах) в 100 г каждого из компонентов смеси, находим соотношение каждого из компонентов в данной композиции:

$$V := (7 \ 11.2 \ 11 \ 10.3 \ 12.6 \ 11.5 \ 11 \ 10 \ 8.3 \ 24 \ 20.5 \ 21)$$

$$\begin{array}{l}
 y := \left\{ \begin{array}{l} v \leftarrow V^T \\ \text{for } i \in 1..n \\ \quad d \leftarrow k_i \\ \quad y_i \leftarrow v_d \\ y \end{array} \right. \\
 G := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..n \\ \quad G_i \leftarrow \frac{x_i}{y_i} \cdot 100 \\ G \end{array} \right. \\
 g := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..n \\ \quad g_i \leftarrow \frac{G_i}{\min(G)} \\ g \end{array} \right. \\
 x1 := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..n \\ \quad x1_i \leftarrow \frac{g_i}{\sum g} \cdot 100 \\ x1 \end{array} \right. \\
 x1 = \begin{pmatrix} 51.018 \\ 15.01 \\ 12.495 \\ 21.478 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Для получения биологически полноценного продукта из смеси пшеницы, гречневой ядрицы, кукурузы и фасоли необходимо их соотношение:

$$51,018 : 15,01 : 12,495 : 21,478$$

Согласно предложенной рецептурной композицией в продукте отсутствует дефицит незаменимых аминокислот, исходя из рассчитанного

вектора P1 для смеси можно сделать вывод, что полученные рецептурные композиции полностью сбалансированы по аминокислотному скору.

Состав полученных композиций подлежал корреляции, учитывая особенности технологии экструдирования и органолептические показатели готовых экструдатов.

Соответственно вышеизложенному материалу можно сделать вывод, что используя компьютерное программирование можно создавать рецептурные композиции повышенной пищевой ценности.

Литература:

1. Гурский Д.А., Турбина Е.С. Вычисления в MathCad 12. – СПб.: Питер, 2006.
2. Дьяконов В.П. Справочник по MATHCAD 7.0 PRO. М.: СК-ПРЕСС, 1998. 785 с.
3. Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Єгорова І.К. Розробка продуктів екструзійної технології з використанням пророщеного зерна. Ї К.: УкрІНТЕІ, 1996. Ї 20 с.
4. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

Автори

Сєдих О. Л., Сєдых О. Л., Seidykh Olga

Запотоцька О.В., Запотоцкая Е. В., Zapototskaya Elena

Назва документу

Розробка рецептур для коекструзійних продуктів методом комп'ютерного програмування

Разработка рецептур для коэкструзионных продуктов методом компьютерного программирования

Creation of Corps for Coekstrusion Products by Computer Design

Ключові слова

Ключові слова: моделювання, екструзійні продукти, квасоля, горох, рецептурне програмування, лімітуючі незамінні амінокислоти, середовище пакету MathCAD.

Ключевые слова: моделирование, экструзионные продукты, фасоль, горох, рецептурное программирование, лимитирующие незаменимые аминокислоты, среда пакета MathCad.

Keywords: modeling, extrusion products, beans, peas, recipe programming, limiting essential amino acid, medium package MathCad.

Анотація

У статті досліджена можливість створення шляхом рецептурного програмування корпусу для коекструзійних продуктів з урахуванням технологічних властивостей сировини. Наведені програмна реалізація в середовищі MathCad.

В статье исследована возможность создания путем рецептурного программирования корпуса для коэкструзионных продуктов с учетом технологических свойств сырья. Представлена программная реализация в среде MathCad.

The article studies the possibility of creating package for co-extrusion products based on technological properties of materials through recipe programming. Software implementation within MathCad are presented.

Дата публікації документа та джерело

«Технические науки – от теории к практике»: материалы XVIII международной заочной научно-практической конференции. (20 февраля 2013 г.); Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. – 204 с.

С. 138-144

УДК 62
ББК 30
Т38

Т38 «Технические науки — от теории к практике»: материалы XVIII международной заочной научно-практической конференции. (20 февраля 2013 г.); Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 204 с.



МАТЕРИАЛЫ XVIII МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ –
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ**

Новосибирск, 2013 г.

Секция 8. Технология продовольственных продуктов 124

ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВЫХ ЭКСТРУДАТОВ НА ОСНОВЕ ПОДСОЛНЕЧНОЙ ЛУЗГИ	124
Коротков Владислав Георгиевич Кишкилев Сергей Владимирович Соловых Сергей Юрьевич Антимонов Станислав Владиславович	
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТАТИВНО- МОДИФИЦИРОВАННОЙ КРЕВЕТОЧНОЙ БИОМАССЫ	132
Каленик Татьяна Кузьминична Грищенко Владимир Владимирович Кравченко Марина Владимировна	
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ДЛЯ КОЭКСТРУЗИОННЫХ ПРОДУКТОВ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	138
Седых Ольга Леонидовна Запотоцкая Елена Васильевна	
БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЕ НАПИТКИ НА ОСНОВЕ БАЛЬЗАМОВ «АЛТАЙСКИЙ БУКЕТ»	145
Фищенко Евгения Сергеевна Макарова Елена Владимировна Текутьева Людмила Александровна Сон Оксана Михайловна Палагина Марина Всеволодовна Алексеев Николай Николаевич	