

УДК 641.12:612.398

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИПОАЛЛЕРГЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МЯСА
ИНДЕЙКИ СО СБАЛАНСИРОВАННЫМ АМИНОКИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ****А.А. Смоленцева, Р.А. Бежанова***Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
Высшая школа биотехнологий и пищевых производств, Санкт-Петербург, Россия***ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время большое внимание уделяется разработке гипоаллергенной продукции для детского питания. По данным ВОЗ около 40 % населения в мире страдает разными аллергическими заболеваниями. Среди них от 2 % до 7 % взрослых людей и 7,5 % – 13 % детей имеют пищевую аллергию [1]. Наиболее частой причиной развития пищевой аллергии у детей является непереносимость белков коровьего молока. Нередко эта непереносимость сочетается с сенсibilизацией к другим продуктам: говядине, крупам, овощам и фруктам. Значительной аллергенной активностью обладают белки куриных яиц, мяса и бульона. Среди белков злаковых наибольшей аллергенностью обладает белок пшеницы, ржи, ячменя – глютен, который может быть причиной, как пищевой аллергии, так и целиакии. Распространены аллергические реакции при употреблении рыбы и различных морепродуктов [2].

По степени аллергизирующей активности выделяют три группы пищевых продуктов [3]: высокая – коровье молоко, рыба, яйцо, куриное мясо, говядина, телятина, пшеница, рожь; средняя – кукуруза, картофель, горох, свинина, индейка, кролик; низкая – конина, баранина.

Одним из принципов создания гипоаллергенных продуктов, является замена сырья с высокой степенью аллергенности на гипоаллергенное. Такой подход используется при разработке гипоаллергенных молочных смесей, мясных, овощных и крупяных продуктов для детей первых лет жизни. Организация питания детей с аллергией старше трех лет в дошкольных и школьных образовательных учреждениях не предусматривает индивидуализации рациона и заключается чаще всего в исключении аллергенных продуктов. Это приводит к снижению пищевой и биологической ценности рациона, недостатку важных для детского организма минеральных веществ и витаминов [4]. Так, исключаемые продукты обеспечивают 77 % суточной потребности ребенка в белках, 68 % в жирах, 9 % в углеводах, 73 % в кальции, 64 % в магнии, 93 % в фосфоре, 100 % в витамине А [5]. В связи с этим разработка гипоаллергенной кулинарной продукции из мяса индейки для организации питания детей в социальных учреждениях является актуальной задачей.

Гипоаллергенные продуктовые наборы, разработанные для организации питания детей разных возрастных групп в дошкольных и школьных образовательных учреждениях, включают мясо индейки, кролика, свинины, гречневую и рисовую крупы, овощи с белой и зеленой окраской [5]. Ассортимент кулинарной продукции из мяса индейки в действующей нормативной документации представлен блюдами из мелкокускового тушеного мяса, такими как плов, рагу, и блюдами из рубленого мяса – котлеты, биточки, кнели, суфле. Традиционные рубленые изделия из мяса птицы готовят с добавлением пшеничного хлеба, молока и куриных яиц [6]. Заменить эти аллергенные продукты можно безглютеновыми крупами или мукой, например, рисовой и гречневой.

По данным ряда авторов [7, 8, 9], сочетание в рецептурах продуктов животного и растительного происхождения позволяет получать продукцию более высокой биологической ценности, чем исходные продукты. Поэтому целью нашего исследования является оптимизация рецептов гипоаллергенной кулинарной продукции мяса индейки и круп по аминокислотному составу. Для реализации этой цели решали следующие задачи: исследовать аминокислотный состав мяса индейки и круп; изучить динамику изменения скоры лимитирующей аминокислоты и не утилизируемой части белка в зависимости от соотношения продуктов в рецептуре; найти оптимальное соотношение продуктов при создании гипоаллергенной кулинарной продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования были выбраны мясо индейки, рисовая крупа и мука; кулинарная продукция из мяса птицы.

Оптимизацию рецептов проводили расчетно-графическим методом, разработанным Н.И. Ковалевым с соавторами [9]. В качестве критериев оптимизации применяли: аминокислотный скор, который должен стремиться к 100 %; не утилизируемую часть белка (ΔБ, мг), которая должна стремиться к минимальному значению. Последний критерий рассчитывали по формуле (1)

$$\Delta B = \sum_{i=1}^8 AK_{факт.i} - \min\left(\frac{AK_{факт.i}}{AK_{ид.i}}\right) \cdot 360 \quad (1)$$

где $AK_{факт.i}$ – содержание i -той незаменимой аминокислоты в 1 г белка продукта, мг; $AK_{ид.i}$ – содержание i -той незаменимой аминокислоты в 1 г идеального белка, мг; 360 – сумма незаменимых аминокислот в 1 г идеального белка, мг.

Оценочным показателем биологической ценности продукта или смеси продуктов, является коэффициент утилизации белка (КУБ, %), который рассчитывали по формуле (2)

$$K_{уб} = \frac{1000 \cdot K_{усв.см.} - \Delta B}{1000} \cdot 100\% \quad (2)$$

Коэффициент усвоения белка смеси рассчитывали по формуле (3)

$$K_{усв.см.} = \sum_{j=1}^N \alpha_j \cdot K_j \quad (3)$$

где α_j – доля ингредиента в смеси, %; K_j – коэффициент усвоения белка ингредиента смеси.

Предложенный метод реализован в компьютерной программе «Оптимизация аминокислотного состава». Программа позволяет находить оптимальное соотношение продуктов и визуализировать зависимость критериев оптимизации от соотношения продуктов в смеси.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проектировании гипоаллергенной продукции использовали данные по содержанию белка и аминокислот из доступных источников [10, 11, 12] (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Показатели биологической ценности белка мяса индейки

Наименование показателя	Белое мясо индейки без кожи [10]		Красное мясо индейки без кожи [10]		Индейка 1 категории с кожей [11]		Индейка 2 категории с кожей [11]	
	мг на 100 г.	скор, %	мг на 100 г.	скор, %	мг на 100 г.	скор, %	мг на 100 г.	скор, %
Белок, г	14,64		12,15		19,5		21,6	
Сумма незаменимых аминокислот	7962		7650		8357		9334	
Валин	990	135	894	147	930	95	1017	94
Изолейцин	982	168	935	192	963	123	1028	119
Лейцин	1509	147	1491	175	1587	116	1819	120
Лизин	1544	191	1600	239	1636	152	1931	163
Метионин + цистин	275 + 182	89	136 + 151	67	497 + 121	91	518 + 144	88
Треонин	971	166	1009	207	875	113	961	111
Триптофан	-	-	-	-	329	169	354	164
Фенилаланин + тирозин	837 + 672	172	817 + 617	196	803 + 616	121	851 + 711	120
Не утилизируемая часть белка (ΔБ), мг	245,2		413,7		102,6		116,9	
Коэффициент утилизации белка (КУБ), %	70,5		53,6		84,7		83,3	

Расчет показателей биологической ценности (табл. 1) показал, что белок мяса индейки лимитирован по серосодержащим аминокислотам. Наименьший скор имеет белок мышечной ткани окорочков (красное мясо). Сравнительная характеристика аминокислотного состава разных частей туши индейки представлена на диаграмме (рис. 1).

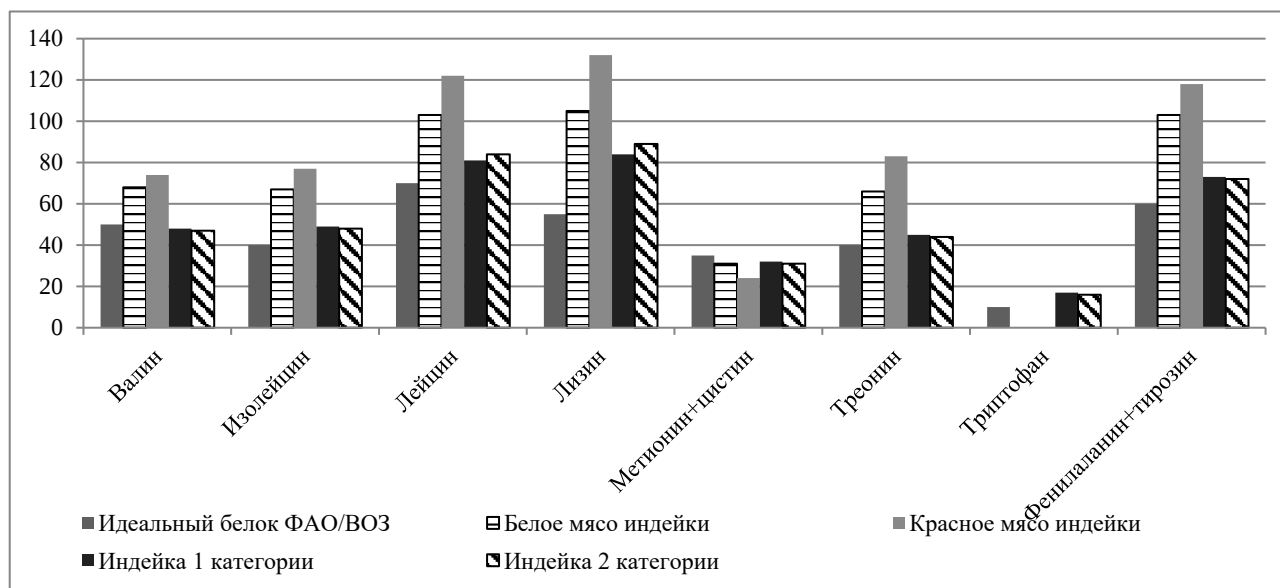


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика аминокислотного состава (мг на 1 г белка)

Несмотря на высокое содержание незаменимых аминокислот в красном мясе, лучшей сбалансированностью отличается мясо индейки с кожей. Об этом свидетельствует наименьшее значение не утилизируемой части белка ($\Delta Б = 102,6$ мг) и наибольшее значение коэффициента утилизации белка ($КУБ = 84,7\%$). Высокое содержание лизина во всех образцах создает предпосылки для комбинирования мяса индейки с растительными белками крупяных культур.

Показатели биологической ценности белка круп и муки приведены в таблице 2. Аминокислотный состав гречневой крупы и муки характеризуется лучшей сбалансированностью по сравнению с рисом. Лимитирующей аминокислотой в рисовой муке и крупе является лизин, а в гречневой – лейцин. В свою очередь наблюдается избыточное содержание метионина в сумме с цистином, что позволяет восполнить недостаток этих аминокислот при комбинировании круп с мясом индейки.

Таблица 2 – Показатели биологической ценности белка круп и муки [12]

Наименование показателя	Рисовая				Гречневая			
	крупа		мука		крупа		мука	
	мг на 100 г.	скор, %	мг на 100 г.	скор, %	мг на 100 г.	скор, %	мг на 100 г.	скор, %
Белок, г	6,9		6,8		13,1		12,4	
Незаменимые аминокислоты, мг	2579		2488		4020		3811	
Валин	472	137	466	134	577	88	559	89
Изолейцин	351	127	354	128	471	90	462	91
Лейцин	657	136	660	136	765	83	688	79
Лизин	252	66	259	69	674	99	624	97
Метионин + цистин	143 + 128	112	140 + 129	110	298 + 372	146	288 + 351	147
Треонин	236	86	248	86	467	89	452	91
Триптофан	100	143	100	152	180	143	175	141
Фенилаланин + тирозин	368 + 288	158	366 + 294	151	588 + 452	129	563 + 402	123
Не утилизируемая часть белка ($\Delta Б$), мг	195,0		194,2		69,4		82,7	
Коэффициент утилизации белка ($КУБ$), %	64,5		64,6		71,1		69,7	

Динамика изменения показателей биологической ценности белка в смеси «индейка с кожей + рисовая крупа» представлена на рис. 2.

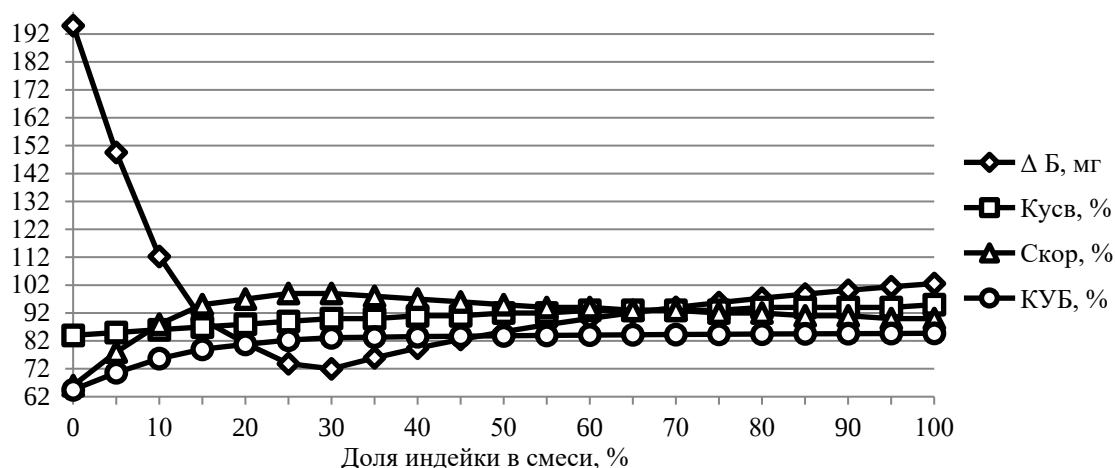


Рисунок 2 – График зависимости показателей биологической ценности белка смеси «индейка с кожей + рисовая крупа» от соотношения компонентов

Графики зависимости основных критериев оптимизации имеют точки перелома при содержании 30 % индейки в рецептуре, при этом скорлмितिрующей аминокислоты достигает 99 %, а не утилизируемая часть белка снижается до 72 мг. Коэффициенты усвоения и утилизации белка возрастают с увеличением доли индейки до 30 %, а затем остаются постоянными. Анализ графика позволяет сделать вывод, что комбинирование рисовой крупы с мясом индейки повышает биологическую ценность конечной продукции, если доля риса не превышает 70 %.

Таблица 3 – Показатели биологической ценности двухкомпонентных смесей продуктов

Продукт	Соотношение продуктов	Белок, г в 100 г. продукции	К _{усв.} , %	ΔБ, мг	Аминокислотный скор, %	КУБ, %	Кулинарная продукция [6]
Белое мясо индейки + рисовая мука	79 : 21	12,99	93	224,7	91 Мт + Цс	71,4	Суп-пюре из птицы
	15 : 85	7,96	87	99,0	105 Мт + Цс	77,4	
	33 : 67	9,38	89	150,4	100 Мт + Цс	75,0	
Белое мясо индейки + гречневая мука	90 : 10	14,41	93	216,0	93 Мт + Цс	72,2	Суфле из птицы
	46 : 54	13,43	85	60,9	115 Валин	81,1	
	75 : 25	14,08	91	168,6	100 Мт + Цс	74,9	
Красное мясо индейки + рисовая крупа	66 : 34	10,4	92	334,9	76 Мт + Цс	59,2	Плов из риса с птицей
	15 : 85	7,68	86	129,8	100 Мт + Цс	73,9	
Красное мясо индейки + гречневая крупа	66 : 34	12,47	89	235,2	92 Мт + Цс	66,2	Плов из гречи с птицей
	39 : 61	12,72	85	84,0	112 Валин	76,8	
	55 : 45	12,57	87	174,3	100 Мт + Цс	70,4	
Индейка с кожей + рисовая мука	92 : 8	18,48	94	100,9	92 Мт + Цс	84,6	Кнели с рисом
	29 : 71	10,48	90	74,2	100 Мт + Цс	82,8	
Индейка с кожей + гречневая крупа	92 : 8	18,98	94	90,7	93 Мт + Цс	85,1	Котлеты паровые
	87 : 13	18,66	93	82,7	94 Валин	85,4	

В таблице 3 представлены значения показателей биологической ценности некоторых видов кулинарной продукции из мяса индейки и круп: суп-пюре, плов, суфле, кнели, котлеты паровые [6]. Высокие значения не утилизируемой части белка от 101 до 335 мг говорят о плохой сбалансированности аминокислот в белке кулинарной продукции.

Ниже приведены оптимальные соотношения продуктов, характеризующиеся более высокими значениями сора лимитирующей аминокислоты (более 100 %) и коэффициента утилизации белка. Оптимальные соотношения продуктов целесообразно использовать для корректировки рецептур суфле из птицы, плова, котлет паровых с гречневой крупой. В остальных случаях увеличение доли крупяного компонента в рецептурах супа-пюре, плова из риса, кнелей значительно снижает содержание белка в продукции и не соответствует технологическим требованиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Белок мяса индейки нельзя считать полноценным, т. к. все исследованные образцы лимитированы по серосодержащим аминокислотам при высоком содержании остальных незаменимых аминокислот. Существенные различия в аминокислотном составе мяса индейки и круп позволяют проектировать кулинарную продукцию повышенной биологической ценности. Рассчитанные оптимальные соотношения продуктов целесообразно использовать для корректировки рецептур гипоаллергенной продукции, если это не противоречит технологическим требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

- Sampson, H.A. Food allergy. Part 1: Immuno pathogenesis and clinical disorders. *JAllergyClinImmunol*. 1999; 103: 717–728
- Сафонова, А.И. Особенности организации прикорма у детей с пищевой аллергией // Вопросы детской диетологии. – 2011. – т. 9. – № 2. – С. 21–24.
- Жаринов, А.И. Структурно-параметрическая модель гипоаллергенного продукта питания с оценкой адекватности/ А.И. Жаринов, Ю.И. Куликов, М.А. Никитина, М.Ю. Попова, Ю.В. Железная // Вестник Северо-Кавказского гос. техн. ун-та. – 2006. – № 5(9). – С. 55–60.
- Куткина, М.Н. Организация питания детей и подростков: Учебное пособие./М.Н. Куткина, Е.П. Линич, Н.В. Барсукова, А.А. Смоленцева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 320 с.
- Смоленцева, А.А., Попова, В.Ю. Оценка пищевой ценности продуктового набора для детей и подростков с аллергией на белок коровьего молока. / В сборнике: Здоровьесберегающие технологии в ВУЗе: состояние и перспективы. Мат. Всеросс. н-практ. конф. Под общей редакцией Ю.Н. Зубцова, 2018. – С. 73–79.
- Сборник методических рекомендаций по организации питания детей и подростков в учреждения образования Санкт-Петербурга. – СПб.: Речь, 2008. – 800 с.
- Ирина, О.И., Смоленцева, А.А. Оптимизация биологической ценности комбинированных рыборастворительных кулинарных изделий. // Пищевая промышленность. – 2009. – № 10. – С. 66–67
- Стружкина, А.А., Смоленцева, А.А. Биологическая ценность комбинированных мясорастительных кулинарных изделий/ В сборнике: Здоровьесберегающие технологии в ВУЗе: состояние и перспективы Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией Ю.Н. Зубцова, 2018. – С. 158–162
- Kovalev, N.I. Anwendung einer graphisch-rechnerischen Methode zur Optimierung von Mehrkomponenten-Eiweißgemischen / N.I. Kovalev, N.J. Karzeva; V.O. Fiterer; A.A. Smolenzeva A.A. // *Food Nahrung*. 1991; 35(1): 1–12
- Гасилина, В.А., Тарарина, Л.И. Изучение показателей химического состава белого и красного мяса индеек в промышленных условиях Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 9. – С. 143–147
- Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. д-ра техн. наук И.М. Скурихина и проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
- Смоленцева, А.А. Полуфабрикаты из круп для диетического питания: дис. канд. техн. наук. – Л., 1989. – 260 с.