

УДК 338.43:001

Доцент Т.В. Алексеева, аспирант А.А. Родионов,
магистрант А.А. Веснина, магистрант Т.П. Ларина
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра сервиса и ресторанного бизнеса.
тел. (473) 255-37-72
E-mail: zyablova@mail.ru

Associate professor T. V. Alekseeva, graduate student A.A. Rodionov,
undergraduates A.A. Vesnina, undergraduates T.P. Larina
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of service and restaurant business.
phone (473) 255-37-72
E-mail: zyablova@mail.ru

Управление качеством пищевых систем с прогнозируемым биопотенциалом на основе продуктов переработки отечественного низкомасличного сырья

Quality management of food systems with the predicted biopotential on the basis of products of processing of domestic low-olive raw materials

Реферат. Представлены данные о получении растительной комплексной пищевой системы (РКПС) на основе жмыха зародышей пшеницы (ЖЗП). Дан обзор состава растительных масел из низкомасличного сырья, проанализированы перспективы его применения для создания пищевых систем сбалансированного состава по ПНЖК. Установлено, что соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот в масле зародышей пшеницы не соответствует рекомендациям НИИ питания РАМН. С целью установления необходимого баланса ω -6 и ω -3 в пищевой системе проведен купаж с маслами амаранта и тыквы. Дан обзор состава растительных масел из низкомасличного сырья. Подобрано оптимальное соотношение вводимых масел амаранта и тыквы в соответствии с рекомендациями НИИ питания РАМН с помощью разработанных программных продуктов, написанных на языке Python 2.6 и на императивном, структурированном, объектно-ориентированном языке программирования – Delphi 7.0. На основе полученных данных определена массовая доля компонентов, входящих в рецептуру растительной пищевой системы. Описан технологический процесс производства продукта, включающий следующие этапы: прием и подготовка сырья и материалов, дозирование и смешивание компонентов, измельчение и упаковка. Приведены физико-химические показатели полученного продукта, химический состав РКПС и органолептическая оценка инновационного изделия. Произведен расчет удовлетворения суточной потребности организма в пищевых веществах и энергии растительной пищевой системы. Проанализирован состав белка инновационного продукта: рассчитан аминокислотный состав пищевой системы, биологическая ценность, а также следующие показатели: коэффициент утилитарности, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного спектра.

Summary. This receiving the vegetable complex food system (VCFS) on the basis of the cake of germs of wheat (CGW) is presented. The review of composition of vegetable oils from low-olive raw materials is given, prospects of its application for creation of food systems of the balanced structure on PNZC are analyzed. It is established that the ratio of ω -6 and ω -3 of fatty acids in oil of germs of wheat doesn't correspond to recommendations of scientific research institute of food of the Russian Academy of Medical Science. For the purpose of establishment of necessary balance of ω -6 and ω -3 in food system, the blend with oils of an amaranth and pumpkin is carried out. The review of composition of vegetable oils from low-olive raw materials is given. The optimum ratio the entered oil of an amaranth and pumpkin according to recommendations of scientific research institute of food of the Russian Academy of Medical Science, by means of the developed software products written on in the Python 2.6 language and in the imperative, structured, object-oriented programming language – Delphi 7.0 is picked up. On the basis of the obtained data, the mass fraction of the components entering a compounding of vegetable food system is defined. The technological process of production of a product including the following stages is described: reception and preparation of raw materials and materials, dispensing and mixing of components, crushing and packing. Physical and chemical indicators of the received product, a chemical composition of RKPS and an organoleptic assessment of an innovative product are given. Calculation of satisfaction of daily need of an organism for feedstuffs and energy of vegetable food system is made. The composition of protein of an innovative product is analyzed: the amino-acid structure of food system, biological value, and also following indicators is counted: utility coefficient, coefficient of comparable redundancy, coefficient of distinction amino-acid it is fast.

Ключевые слова: зародыши пшеницы, растительные масла, ПНЖК состав, ω -6 и ω -3 жирные кислоты, растительная пищевая система.

Key words: wheat germs, vegetable oils, PNZC structure, ω -6 and ω -3 fatty acids, vegetable food system.

В условиях нарушения пищевого статуса населения во многих регионах, дефиците макро- и микронутриентов остро стоит проблема поиска путей обогащения пищевых продуктов на основе принципов комбинаторики и создания новых товарных линий, отличающихся от традиционных более высокой пищевой ценностью и сбалансированным ПНЖК составом. В этой связи продукты глубокой переработки низко-масличного сырья представляют интерес, поскольку являются натуральным источником ПНЖК, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, сквалена, пентозанов, поликозанола и характеризуются высокой пищевой и энергетической ценностью [1, 2].

В этой связи для создания растительной комплексной пищевой системы (РКПС), учитывая состав, физико-механические и технологические свойства основным компонентом был выбран жмых зародышей пшеницы (ЖЗП). В ЖЗП остаточное количество масла составляет 8 %, при этом соотношение ω -6: ω -3 составляет 3:1, что не удовлетворяет физиологической потребности в них, рекомендуемой НИИ питания РАМН [3, 4].

С целью оптимизации жирнокислотного состава пищевой системы в состав РКПС вводился купаж растительных масел семян амаранта и тыквы. Экспериментально определенный жирнокислотный состав исследуемых масел представлен в таблице 1.

Т а б л и ц а 1
Жирнокислотный состав масел для разработки рецептуры РКПС, г/100 г

Виды масел	Насыщенные ЖК	Мононенасыщенные ЖК	Полиненасыщенные ЖК	
		олеиновая (ω -9)	линолевая (ω -6)	α -линоленовая (ω -3)
1	2	3	4	5
Масло зародышей пшеницы (ЗП)	15,0	27,5	42,5	15,0
Масло семян амаранта	24,0	24,0	51,0	1,0
Масло семян тыквы	18,0	30,0	37,0	15,0

Из анализа данных о жирнокислотном составе масла ЗП (таблица 1) очевидно, что незаменимых ПНЖК в нем содержится около 58 % от их общего количества. При содержании масла в ЖЗП 8 % на долю ω -6 и ω -3 приходится

3,4 г и 1,2 г в 100 г продукта соответственно. Количество кислот семейства ω -6 значительно ниже рекомендуемого. Анализ жирнокислотного состава амарантового и тыквенного масел показал, что ни одно из них не удовлетворяет необходимому соотношению ω -6: ω -3 и составляют 50:1 и 3:1, соответственно. Однако, при введении масел тыквы и амаранта в ЖЗП можно получить продукт, сбалансированный по составу ПНЖК [5].

Подбор оптимальных количеств масел амаранта и тыквы, вводимых в ЖЗП, производили с помощью разработанного программного продукта методом объектно-ориентированного программирования на языке Python 2.6 и с применением системы для статистического анализа данных Statistica 6.1.478. В основу оптимизации были положены рекомендации НИИ питания РАМН, согласно которым соотношение жирных кислот ω -6 к ω -3 должно быть от 5:1 до 10:1. В результате была получена номограмма для определения процентного соотношения амарантового, тыквенного масел и жмыха зародышей пшеницы, обеспечивающего оптимальные соотношения ω -6/ ω -3 кислот (рисунок 2).

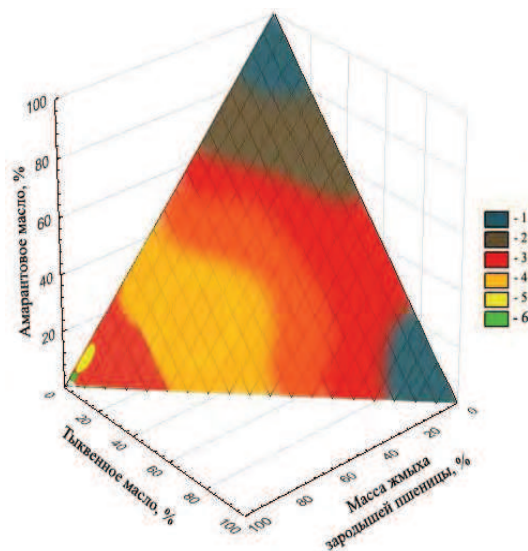


Рисунок 1. Номограмма для определения оптимального процентного соотношения амарантового, тыквенного масел и жмыха ЗП в РКПС для соотношений кислот ω 6/ ω 3: 1 – 2,0-3,0:1; 2 – 3,0-4,0:1; 3 – 4,0-5,0:1; 4 – 5,0-6,0:1; 5 – 6,0-7,0:1; 6 – 7,0-8,0:1

Из рисунка 1 следует, что для требуемого сочетания кислот необходимо выбирать точку на номограмме внутри некоторой области. Анализ и визуализацию данных проводили с помощью программного продукта, написанного на императивном, структурированном, объектно-ориентированном языке программирования – Delphi 7.0.

Из скриншота интерфейса работающей программы (рисунок 2) видно, что содержание масел тыквы и амаранта были изначально заданы. Расчетным параметром в данном конкретном случае является содержание ЖЗП. В поле 3 задано требуемое соотношение ω -6/ ω -3 кислот. Результаты оптимизации представлены на рисунок 2. Также была рассчитана массовая доля жмыха ЗП при заданном соотношении кислот ω -6/ ω -3 (6,5/1) и (7/1).

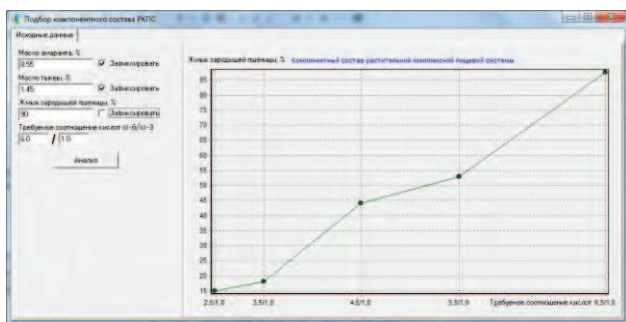


Рисунок 2. Скриншот интерфейса программы подбора компонентного состава РКПС с фиксированными значениями содержания масел амаранта (8,55 %) и тыквы (1,45 %) и рассчитанным значением содержания жмыха зародышей пшеницы (90 %) для заданного соотношения кислот ω -6/ ω -3 (6/1)

Т а б л и ц а 2

Компонентный состав растительной комплексной пищевой системы

Наименование компонента	Содержание, мас. %
1	2
Жмых зародышей пшеницы	90,0-90,9
Масло амаранта	8,1-9,0
Масло тыквы	1,0-1,9
Соотношение ПНЖК ω -6: ω -3	6-7:1
Итого	100

Содержание масла в РКПС находится в пределах 17,0-18,0 г на 100 г продукта, при этом жирные кислоты семейства ω -6 варьируются в интервале от 8,2 до 8,4 г, ω -3 – в интервале от 1,3 до 1,4 г. Такое количество соответствует суточной норме потребления этих веществ, поэтому дальнейшее применение разработанной РКПС должно удовлетворять принципам обогащения продуктов питания, регламентирующих введение пищевых компонентов в количестве, удовлетворяющем за счет обогащенного продукта 30-50 % средней суточной потребности в них человека при обычном уровне потребления этого продукта [6, 7].

Кроме того, масла амаранта и тыквы обладают ценным биохимическим составом, их введение в РКПС позволило дополнительно обогатить пищевую систему скваленом, редкими витаминами Т и К, селеном (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Химический состав масел амаранта и тыквы

Наименование компонента	Масло амаранта	Масло тыквы
1	2	3
Сквален, г	10,0	-
Fe, мг	2,1	3,3
Ca, мг	47,0	55,0
Na, мг	6,0	18,0
K, мг	135,1	919,2
P, мг	148,0	92,0
Zn, мг	0,9	10,3
Mg, мг	65,0	262,0
Mn, мг	0,9	0,5
Селен, мг	-	0,001
Витамин В ₁ , мг	0,02	0,03
-/- В ₂ , мг	0,02	0,05
-/- В ₃ , мг	0,07	0,33
-/- В ₆ , мг	0,06	0,04
-/- В ₉ , мг	0,02	0,01
-/- Т (В ₁₁), мг	-	1,12
-/- РР, мг	0,11	0,06
-/- А, мг	0,15	0,19
-/- С, мг	1,9	43,3
-/- Е, мг	1,9	1,5
-/- К, мг	-	9,19
-/- D, мг	0,01	-

Технологический процесс производства РКПС включает следующие этапы: приёмка и подготовка сырья; дозирование и смешивание компонентов; измельчение; упаковка.

Сырье, необходимое для производства РКПС принимают и растаривают. ЖЗП, масла амаранта и тыквы дозируют и смешивают в течение 4 мин в смесителе периодического действия. Компоненты РКПС измельчают в дробилке до размера частиц 0,5-0,7 мм. РКПС фасуют в потребительскую тару.

Органолептические и физико-химические показатели РКПС приведены в таблицах 4, 5.

Пищевая ценность РКПС определяется совокупностью свойств, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии. На основании экспериментально определенных массовой доли витаминов и макро-микроэлементов в РКПС определяли возможность удовлетворения суточной потребности в них организма в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и

пищевых веществах для трех групп населения (мужчины и женщины в возрасте от 18 лет и старше; дети подростки 14-18 лет) при употреблении 100 г РКПС (таблица 6).

Т а б л и ц а 4

Органолептические показатели РКПС

Наименование показателя	Характеристика
1	2
Консистенция и внешний вид	Однородный сыпучий порошок, допускается наличие комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии
Цвет	От кремового до светло-желтого
Вкус	Чистый, нейтральный, со слабым привкусом жареных орехов, без солодового, плесневелого, горького, кислого и других посторонних привкусов
Запах	Чистый, нейтральный, со слабым ароматом жареных орехов, без затхлого, солодового, плесневелого и других посторонних запахов

Т а б л и ц а 5

Физико-химические показатели РКПС

Наименование показателя	Значение показателя
1	2
Массовая доля влаги, %, не более	5,0
Массовая доля белка, %, не менее	30,0
Массовая доля углеводов, %, не менее	43,0
Массовая доля жира, %, не менее	17,0
Массовая доля пищевых волокон, %, не менее	1,0
Массовая доля золы, %, не более	4,0

Анализируя экспериментальные данные, можно сделать заключение, что по массовой доле белка и жира, РКПС удовлетворяет уровню средней суточной потребности на 20-50 %, соотношение жирных кислот ω -6 к ω -3 соответствуют оптимальному соотношению – 6-7:1. Массовая доля калия, селена и витаминов С, В₂, В₆ в РКПС находится в пределах 20-50 % и может считаться функциональной по содержанию в пищевых системах. Содержание витаминов Е, D, В₁ и В₉ превышает уровень суточной потребности практически в 2 раза, что необходимо учитывать при проектировании рецептур и рационов, корректирующих гомеостаз организма.

Т а б л и ц а 6

Химический состав РКПС

Наименование компонента	Суточная потребность организма человека	Удовлетворение суточной потребности, %	Содержание компонента
1	2	3	4
Белки, г	60,0-104,0	29-50	30,42
Жиры, г, (ω -6: ω -3)	60,0-150,0 (5-10:1)	11-29 (6,4:1,0)	17,20 (8,40:1,32)
Углеводы, г	300,0-590,0	7-15	42,30
Клетчатка, мг	20,0	2	0,42
Fe, мг	10,0-18,0	45-80	8,02
Ca, мг	1000,0-1200,0	60-72	724,78
Na, мг	1300,0	0,1	1,62
K, мг	2500,0	40	1011,34
P, мг	800,0-1200,0	100-150	1202,24
Zn, мг	12,0	151	18,18
Mg, мг	400,0	11	45,67
Mn, мг	2,0	122	2,44
Селен, мг	0,05-0,07	29-40	0,02
Витамин В ₁ , мг	1,5	180	2,70
-/- В ₂ , мг	1,8	30	0,54
-/- В ₃ , мг	5,0	0,2	0,01
-/- В ₆ , мг	2,0	46	0,91
-/- В ₉ , мг	0,4	180	0,72
-/- PP, мг	20,0	51	10,26
-/- Т, мг	-	-	0,01
-/- А, мг	0,9	71	0,64
-/- Е, мг	15,0	200	30,0
-/- D, мг	0,01	200	0,02
-/- К, мг	0,12	100	0,12
Калорийность, ккал	1800-3900	12-25	453,80

Общепринято, что одним из наиболее значимых критериев функциональности пищевых продуктов является повышенное содержание белка – в РКПС его содержание находится на уровне 20-50 % средней суточной потребности организма. Важное значение также имеет аминокислотный скор белка, по результатам расчетов и экспериментальных исследований он был проанализирован (таблица 7). Из данных таблицы 7 следует, что в составе белка РКПС присутствуют все незаменимые аминокислоты в значительном количестве.

Нами получены данные, свидетельствующие о высокой биологической ценности РКПС на основе продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы - биологическая ценность разработанной РКПС составила около 75,6 %. Коэффициент утилитарности, определяющий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону имел достаточно высокое значение (0,86).

Т а б л и ц а 7

Содержание аминокислот (мг/г) и их скор
(в скобках, %) в РКПС

Валин	Изо-лейцин	Лейцин	Лизин	Метионин+ цистин	Треонин	Фенил-аланин +тирозин	Триптофан
1	2	3	4	5	6	7	8
32,0 (61,1)	22,6 (56,6)	41,8 (59,7)	39,1 (71,2)	24,2 (69,2)	25,8 (64,6)		8,52 (85,2)

Коэффициент сопоставимой избыточности, определяющий общее количество незаменимых аминокислот в белке, которое из-за взаимонесбалансированности по отношению к эталону не может быть утилизировано организмом, находился на уровне 3,2 и свидетельствовал

о том, что введение РКПС в определенных количествах в животно-растительные пищевые системы позволит сбалансировать состав аминокислот белка в них. Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), показывающий среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора лимитирующей аминокислоты – изолейцина, имел небольшое значение (24,4 %), что означало, что избыточное количество аминокислот в белке РКПС незначительно.

Разработанная программа подбора компонентного состава РКПС создает возможности для точного задания количества компонентов в РКПС при требуемом соотношении кислот ω -6/ ω -3 в условиях производства с учетом наличия, инвариантности и специфичности сырья, имеющегося на предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Barnes H. M. Composition of cereals germ preparations // *Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*. 2013. № 6. P. 467-471.

2 Вишняков А. Б., Власов В. Н., Спесивцев А. С. Комплексная переработка зародышей пшеницы // *Пищевая промышленность*. 2012. № 8 (6). С. 50-52.

3 Alekseeva T., Kalgina Y., Vesnina A., Zyablov M. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain // *Journal of EcoAgriTourism*. 2014. № 2. V. 10. P. 53-56.

4 Родионова Н. С., Алексеева Т. В., Корыстин М. И. Формирование функциональной направленности рационов для организованного питания // *Сервис в России и за рубежом*. 2013. № 5. С. 38-47.

5 Noa M., Herrera M., Magrancr J. Effect of policosanol on isoprenaline-induced myocardial necrosis in rats // *Journ. Pharm. Pharmacol*. 2012. V. 46. P. 282-285.

6 Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. Москва: Госсанэпиднадзор РФ, 2008. 41 с.

7 Степанычева Н.В., Фудько А.А. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом // *Химия растительного сырья*. 2014. № 2. С. 27-33.

REFERENCES

1 Barnes H.M. Composition of cereals germ preparations. *Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 2013, no. 6, pp. 467-471.

2 Vishnyakov A.B., Vlasov V.N., Spesivtsev A.S. Complex processing of wheat germ. *Pishchevaya promyshlennost'*. [Food Industry]. 2012, no. 8 (6), pp. 50-52. (In Russ.).

3 Alekseeva T., Kalgina Y., Vesnina A., Zyablov M. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain. *Journal of EcoAgriTourism*, 2014, no. 2, vol. 10, pp. 53-56.

4 Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Korystin M.I. Formation of functional focus for organized food rations. *Servis v Rossii I za rubezhom*. [Service in Russia and abroad], 2013, no. 5, pp. 38-47. (In Russ.).

5 Noa M., Herrera M., Magrancr J. Effect of policosanol on isoprenaline-induced myocardial necrosis in rats. *Journ. Pharm. Pharmacol*, 2012, vol. 46, pp. 282-285.

6 Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.2432-08 [Guidelines MR 2.3.1.2432-08. The norms physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of Russia]. Moscow, Gossanepidnadzor RF, 2008. 41 p. (In Russ.).

7 Stepanycheva N.V., Fud'ko A.A. Blended vegetable oils with optimized fatty acid composition. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. [Chemistry of plant raw materials], 2014, no. 2, pp. 27-33. (In Russ.).