

УДК 677.46:081.3

**РАЗРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПИЩЕВОЙ СИСТЕМЫ  
НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ  
СБАЛАНСИРОВАННОГО ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА**

**Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Попова Н.Н., Попов Е.С., Калгина Ю.О.**  
*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,  
Воронеж, e-mail: zyablova@mail.ru*

Проведены исследования химического состава продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы – жмыха и масла. В работе использовали жмых, полученный из зародышей пшеницы путем механического прессования. Разработана растительная комплексная пищевая система (РКПС) на основе жмыха зародышей пшеницы, сбалансированная по соотношению незаменимых полиненасыщенных жирных кислот  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3. В качестве источников полиненасыщенных жирных кислот использовали масла семян тыквы и семян амаранта. Жирнокислотный состав масел и жмыха зародышей пшеницы определяли методом газовой хроматографии. Для оптимизации количества компонентов РКПС использовали метод линейного программирования (язык программирования Python 2.6). Критерии оптимизации – рекомендации научно-исследовательского института питания Российской академии медицинских наук. Установлено, что жмых зародышей пшеницы характеризуется свойствами, позволяющими создать на его основе растительные комплексные системы сбалансированные по  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 жирным кислотам. Разработанная РКПС рекомендуется для создания продуктов повышенной пищевой ценности: мясорастительных полуфабрикатов, фаршей для котлет, паштетов, кнелей, суфле и иных изделий из рубленой массы.

**Ключевые слова:** жмых зародышей пшеницы, полиненасыщенные жирные кислоты

**DEVELOPMENT OF VEGETABLE COMPLEX FOOD SYSTEM BASED  
ON PRODUCTS OF PROCESSING WHEAT GERM WITH BALANCED  
FATTY ACID COMPOSITION**

**Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Popova N.N., Popov E.S., Kalgina Y.O.**  
*FSBEI HPE «Voronezh State University of Engineering Technologies»,  
Voronezh, e-mail: zyablova@mail.ru*

It has been carried out of chemical composition investigations of the products of wheat germ complex processing– oilcake and oil. In this research we used the oilcake iobtained from wheat germs by mechanically pressing. The vegetable complex food system (VCFS) based on wheat germ oilcake is developed with balanced ratio of indispensable polyunsaturated fatty acids  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3. As a source of polyunsaturated fatty acids are used pumpkin seed oil and amaranth seeds. Fatty acid composition of oil and wheat germ oilcake is determined by gas chromatography. To optimize the number of components VCFS the method of linear programming is used (programming language Python 2.6). Criteria optimization – Recommendations Research Institute of Nutrition of the Russian Academy of Medical Sciences. It has been found that wheat germ oilcake is characterized by the properties allowing to create the its vegetable complex systems balanced by  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 fatty acids. Developed VCFS is recommended to produce products with superior nutritional value: meat and cereal semi-finished products, stuffing for cutlets, pates, quenelle, soufflés and other ones from chopped mass.

**Keywords:** wheat germs oilcake, polyunsaturated fatty acids

Развитие ресурсосберегающих технологий, направленных на рациональное использование вторичного сырья высокой пищевой ценности – актуальная задача пищевой промышленности. Одним из таких сырьевых источников является жмых зародышей пшеницы (ЖЗП), получаемый в результате выделения из них масла методом холодного прессования. Масло зародышей пшеницы содержит большое количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и токоферолов, являющихся незаменимыми компонентами пищи, что способствует широкому его использованию при купажировании [1 – 6].

В настоящее время рационы питания характеризуются дефицитом многих эссенциальных компонентов, в том числе и полиненасыщенных жирных кислот, которые участвуют в регулировании многих про-

цессов в организме. Так, они выполняют пластическую, энергетическую функции; участвуют в образовании гормонов и усиливают их действие; стимулируют работу мозга и нервной системы; укрепляют иммунитет и снижают восприимчивость организма к аллергическим реакциям; предотвращают онкологические заболевания и др. Поэтому появление многих нарушений в работе органов и систем ученые связывают с недостаточным поступлением в организм полиненасыщенных жирных кислот класса омега-3 и чрезмерно большого количества омега-6.

Омега-6 жирные кислоты очень полезны и жизненно необходимы организму. Однако эффекты от их воздействия становятся чрезмерными и очень опасными на фоне дефицита омега-3 жирных кислот (табл. 1).

**Таблица 1**

Негативные воздействия омега-6 жирных кислот при недостатке омега-3 жирных кислот

| Заболевания  | Воздействие омега-3 жирных кислот | Воздействие омега-6 жирных кислот (при недостатке омега-3) |
|--|-----------------------------------|--|
| Атеросклерозы, инфаркты, инсульт                                       | Защищают                          | Провоцируют  |
| Некоторые формы гипертонической болезни                                | Ослабляют                         | Усиливают  |
| Хронические воспаления суставов и внутренних органов                   | Препятствуют                      | Способствуют   |
| Аллергии   | Противостоят                      | Стимулируют  |
| Старение кожи, аллергические дерматиты, прыщи                          | Тормозят                          | Ускоряют   |
| Диатез у детей, топиический дерматит у взрослых, астма                 | Защищают                          | Провоцируют  |
| Остеопороз   | Противостоят                      | Стимулируют  |
| Поздний токсикоз беременности, поздние роды, выкидыш                   | Тормозят                          | Ускоряют   |
| Недоразвитие плода, интеллектуальное отставание ребенка от сверстников | Защищают                          | Провоцируют  |
| Гиперактивность и связанная с ней низкая обучаемость у детей           | Исправляют, приводя к норме       | Не влияют  |
| Депрессия  | Защищают                          | Провоцируют  |

Таким образом, для предотвращения различных патологических состояний остро стоит проблема восполнения недостатка омега-3 жирных кислот. Это может быть достигнуто применением биологически активных добавок, содержащих ПНЖК, а также посредством создания продуктов функциональной направленности, сбалансированных по жирнокислотному составу или обогащенных ими.

**Цель исследования** – разработка растительной комплексной пищевой системы на основе зародышей пшеницы, сбалансированной по соотношению эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3.

**Материалы и методы исследования**

В работе исследовали жмых зародышей пшеницы от производителя масел ООО «ТОНЕКС» (Белгородская область), полученный после отжима масла зародышей пшеницы путем механического прессования. Для оптимизации соотношения кислот  $\omega$ -6: $\omega$ -3 в разрабатываемой на основе ЖЗП растительной комплексной пищевой системы использовали масла, выпускаемые тем же производителем (амарантовое и тыквенное). Жирнокислотный состав масел определяли методом газовой хроматографии по ГОСТ Р 51483-99 на хроматографе GC «SHIMADZU» (Япония) [7].

Для оптимизации количества масел, вводимых в ЖЗП с целью обогащения его полиненасыщенными жирными кислотами, применяли метод линейного программирования. Для создания соответствующего программного продукта использовали язык программирования Python 2.6.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Химический состав жмыха зародышей пшеницы представлен полноценными по аминокислотному составу белками, углеводами, витаминами, макро- и микроэlemen-

тами, а также биологически эффективными жирами, содержание которых в жмыхе достигает 8% от его общей массы. На долю незаменимых полиненасыщенных жирных кислот  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 приходится около 5% от общего количества жира. При этом соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 составляет 3:1, что не удовлетворяет физиологической потребности в них, рекомендуемой НИИ питания РАМН. Оптимальным принято соотношение  $\omega$ -6 (5 – 10): $\omega$  – 3 (1) [8]. Таким образом, перспективным является корректирование жирнокислотного состава ЖЗП для получения продукта функциональной направленности, который может быть использован при производстве различных продуктов питания.

Для преобразования традиционного изделия в продукт повышенной пищевой ценности необходимо изменение фракционного состава жировой фазы [9, 10]. Одним из наиболее простых и безопасных в техническом, экономическом и экологическом отношении способов является введение в обогащаемый продукт ингредиентов определенного состава. В данном случае это возможно с применением широко используемых для купажирования масел, полученных из нетрадиционных для отрасли видов сырья и характеризующихся высокой биологической эффективностью [1].

Результаты исследования состава жирных кислот масел, вырабатываемых ООО «ТОНЭКС» представлены в табл. 2. Анализируя жирнокислотный состав масла зародышей пшеницы, очевидно, что незаменимых ПНЖК содержит около 62% от их общего количества. Из них на долю  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 приходится 3,5 г и 1,2 г соответственно. Количество кислот семейства  $\omega$ -6 значительно ниже рекомендуемого.

Таблица 2

Состав жирных кислот масел, вырабатываемых на предприятии ООО «ТОНЭКС»

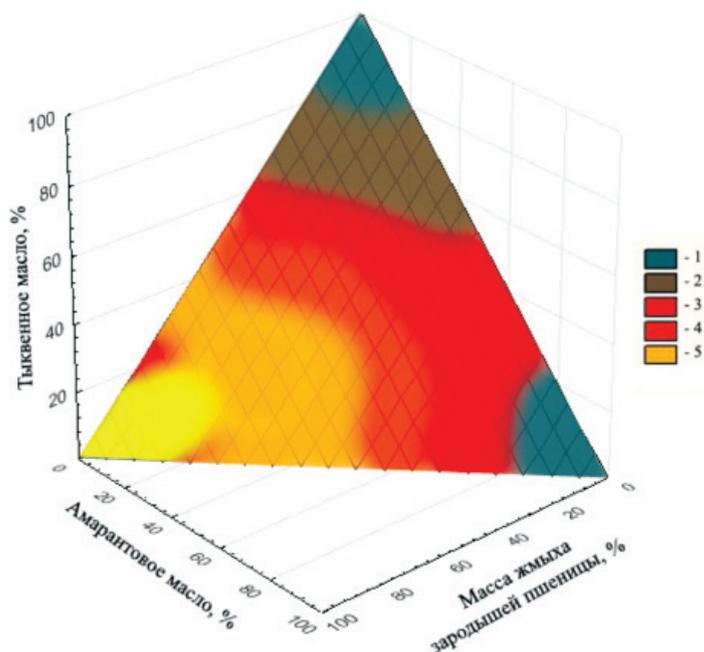
| Виды масел                 | Насыщенные ЖК | Мононенасыщенные ЖК        | Полиненасыщенные ЖК        |  |  |
|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|--|--|
|                            |               | олеиновая ( $\omega - 9$ ) | линолевая ( $\omega - 6$ ) | $\alpha$ -линоленовая ( $\omega - 3$ ) | $\gamma$ -линоленовая ( $\omega - 6$ ) |
| Масло из зародышей пшеницы | 15            | 28                         | 47,3                       | 14,9                                   | Нет данных                             |
| Амарантовое                | 23            | 23                         | 50                         | 1                                      | –                                      |
| Тыквенное                  | 12–24,4       | 18–47                      | 30–48                      | 15                                     | –                                      |

Анализ жирнокислотного состава амарантового и тыквенного масел показал, что ни одно из них не удовлетворяет необходимому соотношению  $\omega$ -6: $\omega$ -3 и составляют 50:1 и 3:1 соответственно. Однако введение их в жмых зародышей пшеницы позволит получить продукт, сбалансированный по составу ПНЖК.

Помимо масел в ЖЗП вводили смеси ароматических и пряных компонентов с целью повышения вкусо-ароматических свойств готовой смеси, а также для снижения бактериальной обсемененности. При приготовлении смесей ароматических и пряных компонентов применялись наибо-

лее распространенные в кулинарной практике соотношения и сочетания.

В качестве критериев оптимизации использовали рекомендации НИИ питания РАМН, согласно которым соотношение жирных кислот  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 должно быть от 5:1 до 10:1 [8]. По результатам была построена номограмма, желтой зоне которой соответствуют оптимальные количества компонентов растительной комплексной пищевой системы (рисунок). В табл. 3 представлены варианты рецептов растительной комплексной пищевой системы, соотношение жирных кислот  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 в которых оптимально: для рецептов № 1, 2 оно составляет 6:1, для рецепту № 3, 4 – 7:1.



Номограмма для определения оптимального количества амарантового и тыквенного масел, вводимых в РКПС для оптимизации ее жирнокислотного состава (1 – 5 соотношения  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3):

1 – 2,0–3,0:1;  
3 – 4,0–5,0:1;

2 – 3,0–4,0:1;  
4 – 5,0–6,0:1;

5 – 6,0–7,0:1

Известно, что физиологическая потребность взрослых в жирных кислотах  $\omega$ -6 составляет 8 – 10 г/сутки, в  $\omega$ -3 –

0,8–1,6 г/сутки. Содержание в разрабатываемом РКПС кислот семейства  $\omega$ -6 варьируется в интервале от 8,0 до 8,06 г,  $\omega$ -3 –

в интервале от 1,3 до 1,4 г на 100 г продукта. Такое количество соответствует суточной норме потребления этих веществ, поэтому дальнейшее применение полученного РКПБ должно удовлетворять принципам обогащения продуктов питания, регламен-

тирующих введение пищевых компонентов в количестве, удовлетворяющем за счет обогащенного продукта 30–50 % средней суточной потребности в них человека при обычном уровне потребления этого продукта [2].

**Таблица 3**

Рецептуры растительной комплексной пищевой биосистемы

| Состав РКПС                     | Масса нетто, г |       |         |       |
|---------------------------------|----------------|-------|---------|-------|
|                                 | № 1            | № 2   | № 3     | № 4   |
| Жмых зародышей пшеницы          | 84,6           | 84,6  | 90,0    | 90,0  |
| Масло амаранта                  | 7,61–8,5       | 9,4   | 8,1–9,0 | 10,0  |
| Масло семян тыквы               | 1,79–0,9       | –     | 1,9–1,0 | –     |
| Ароматические пряные компоненты | 6,0            | 6,0   | –       | –     |
| Выход                           | 100,0          | 100,0 | 100,0   | 100,0 |

**Заключение**

Проанализирован жирнокислотный состав жмыха зародышей пшеницы, масел семян амаранта и тыквы. Обоснована актуальность создания продукта повышенной биологической эффективности. Разработан программный продукт для оптимизации количества входящих в РКПС компонентов. Приведены рецептуры РКПС, сбалансированных по соотношению  $\omega$ -6: $\omega$ -3 жирных кислот. Разработанная растительная комплексная пищевая система рекомендуется для создания продуктов повышенной пищевой ценности: мясорастительных полуфабрикатов, фаршей для котлет, паштетов, кнелей, суфле и иных изделий из рубленой массы.

**Список литературы**

1. Степычева Н.В., Фудко А.А. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом // Химия растительного сырья. – 2011. – № 2. – С. 27–33.
2. Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А., Нечаев А.П. Новые направления в создании функциональных жировых продуктов // Масложировая промышленность. – 2006. – № 4. – С. 12–14.
3. Нечаев А.П. Научные основы технологий получения функциональных жировых продуктов нового поколения // Масло и жиры. – 2007. – № 8. – С. 26–27.
4. Скорюкин А.Н., Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Барышев А.Г. Купажированные растительные масла со сбалансированным жирнокислотным составом для здорового питания // Масложировая промышленность. – 2002. – № 2. – С. 26–27.
5. Барышев А.Г., Воробьева В.М., Полосин С.В., Стародубцева Л.Н. Растительные масла «Калитва»™ – функциональные продукты питания // Масложировая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 18–19.
6. Скорюкин А.Н. Технология получения и применения купажированных жировых продуктов с оптимальным составом ПНЖК: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2004.
7. ГОСТ Р 51483-99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме.
8. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации 2.3.1.2432-08 от 18.12.2008. – М., 2008. – 41 с.

9. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: ГАРАНТЪ, 2002. – 295 с.
10. Кацерикова Н.В. Технология продуктов функционального питания: учебное пособие. / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 146 с.

**References**

1. Stepycheva N.V., Fudko A.A. Blended vegetable oil fatty acid composition with optimized // Chemistry of plant raw materials. 2011. № 2. pp. 27–33.
2. Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P. New directions in the creation of functional fat products // Oil Industry. 2006. № 4. pp. 12–14.
3. Nechaev A.P. Technology Scientific basis for functional fatty products of new generation // Oils and fats. 2007. № 8. pp. 26–27.
4. Skoryukin A.N., Nechaev A.P., Kochetkova A.A., Baryshev A.G. Blended vegetable oils with a balanced fatty acid composition for a healthy diet // Oil Industry. 2002. № 2. pp. 26–27.
5. Baryshev A.G., Vorobyov V.M., Polosin S.V., Starodubtseva L.N. Vegetable oils «Kalitva»™ – functional foods // Oil Industry. 2005. № 3. pp. 18–19.
6. Skoryukin A.N. Production technology and application of blended fat products with the optimum composition of PUFA: Author. dis. ... Cand. tehn. Sciences. Moscow, 2004.
7. GOST 51483-99. Vegetable oils and animal fats. Determination by gas chromatography of methyl esters of the mass fraction of individual fatty acids to their sum.
8. Norms of physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation: 2.3.1.2432-08 guidelines dated 18.12.2008. Moscow, 2008. 41 p.
9. Functional food / Doronin A. F., Shenderov B. A. M.: GARANT 2002. 295 p.
10. Katsarikova N. V. Technology of functional food: Textbook. / Kemerovo Technological Institute of Food Industry. Kemerovo, 2004. 146 p.

**Рецензенты:**

Глаголева Л.Э., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой гостиничного дела и туризма, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж;  
 Глотова И.А., д.т.н., доцент, зав. кафедрой технологии переработки животноводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Воронежский аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 15.01.2014.