

Наталья Леонидовна Наумова^{1✉}, Юлия Александровна Бец²

^{1,2}Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), Челябинск, Россия

¹n.naumova@inbox.ru

²bets.jul@yandex.ru

РАЗРАБОТКА КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ СБАЛАНСИРОВАННОГО ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА

Цель исследования – разработка смесей растительных масел с соотношением $\omega 6:\omega 3$ ПНЖК в диапазоне 5–10:1. Задачи: изучить показатели качества растительных масел; исследовать фракционный состав ПНЖК; применить математические методы моделирования в разработке купажей растительных масел. Представлены результаты разработки купажей растительных масел с соотношением полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) $\omega 6:\omega 3$ в диапазоне 5–10:1. Изучены органолептические (цвет, прозрачность, вкус и запах), физико-химические (перекисные и кислотные числа, содержание витамина E) показатели и фракционный состав ПНЖК рафинированных дезодорированных масел – подсолнечного первого сорта (изготовитель ООО «Товарное хозяйство», Саратовская обл.), рапсового высшего сорта (ООО «Армаз», г. Новосибирск), кукурузного марки «П» (АО «Эфко», Белгородская обл.) и нерафинированного масла чиа холодного отжима (ООО «Сибирская клетчатка», Томская обл.). Установлено соответствие показателей качества традиционных масел нормам действующих ГОСТов и ТР ТС 024/11, масла чиа – требованиям Codex Alimentarius. Codex Stan 210-1999 и ТР ТС 024/11. Выявлена хорошая совместимость исследуемых масел по органолептическим показателям для купажирования. Установлено относительно высокое содержание α -токоферола в подсолнечном ($667,16 \pm 14,22$ мг/кг) и рапсовом ($554,63 \pm 10,14$ мг/кг) маслах, относительно низкое – в кукурузном ($78,07 \pm 2,24$ мг/кг), средний уровень – в масле чиа ($343,96 \pm 9,03$ мг/кг). Во всех маслах определен дисбаланс ПНЖК: с преобладанием фракции $\omega 6$ (линолевой-цис кислоты) – в традиционных маслах, семейства $\omega 3$ (α -линоленовой кислоты) – в масле чиа. С помощью методов математического моделирования, где в качестве сопутствующих критериев выступали «максимальное содержание витамина E» и «минимальная цена», разработаны 6 купажей с определенным соотношением подсолнечного рафинированного дезодорированного масла первого сорта (93,37–96,70 %) и масла чиа нерафинированного холодного отжима (6,63–3,30 %), отличающихся сбалансированным составом $\omega 6$ и $\omega 3$ ПНЖК согласно регламентированным нормам МР 2.3.1.0253-21.

Ключевые слова: растительное масло, купаж, жирнокислотный состав, полиненасыщенные жирные кислоты, качество, математическое моделирование

Для цитирования: Наумова Н.Л., Бец Ю.А. Разработка купажей растительных масел сбалансированного жирнокислотного состава // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12. С. 203–210. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-203-210.

Natalya Leonidovna Naumova^{1✉}, Yulia Alexandrovna Betz²

^{1,2}South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

¹n.naumova@inbox.ru

²bets.jul@yandex.ru

DEVELOPMENT OF VEGETABLE OIL BLENDS WITH A BALANCED FATTY ACID COMPOSITION

The aim of the study is to develop mixtures of vegetable oils with a ratio of $\omega 6:\omega 3$ PUFA in the range of 5–10:1. Tasks: to study the quality indicators of vegetable oils; to investigate the fractional composition of PUFA; apply mathematical modeling methods in the development of blends of vegetable oils. The results of the development of blends of vegetable oils with a ratio of polyunsaturated fatty acids (PUFA) $\omega 6:\omega 3$ in the range of 5–10:1 are presented. Organoleptic (color, transparency, taste and smell), physico-chemical (peroxide and acid numbers, vitamin E content) indicators and fractional composition of PUFA refined deodorized oils – sunflower of the first grade (manufacturer ООО Товарное хозяйство (limited liability company), Saratov Region), rapeseed of the highest grade (ООО Армаз (limited liability company), Novosibirsk), corn brand "P" (АО Ефко (joint-stock company), Belgorod Region) and unrefined cold-pressed chia oil (ООО Сибирская клещатка (limited liability company), Tomsk Region). The compliance of the quality indicators of traditional oils with the norms of the current GOSTs and TR CU 024/11, chia oils with the requirements of the Codex Alimentarius, has been established. Codex Stan 210-1999 and TR TS 024/11. Good compatibility of the studied oils in terms of organoleptic characteristics for blending was revealed. A relatively high content of α -tocopherol was found in sunflower (667.16 ± 14.22 mg/kg) and rapeseed (554.63 ± 10.14 mg/kg) oils, and relatively low content in corn (78.07 ± 2.24 mg/kg), the average level is in chia oil (343.96 ± 9.03 mg/kg). In all oils, an imbalance of PUFAs was determined: with a predominance of the $\omega 6$ (linoleic-cis acid) fraction – in traditional oils, the $\omega 3$ (α -linolenic acid) family – in chia oil. With the help of mathematical modeling methods, where the "maximum content of vitamin E" and "minimum price" were the accompanying criteria, 6 blends were developed with a certain ratio of sunflower refined deodorized oil of the first grade (93.37–96.70 %) and unrefined sunflower oil cold-pressed (6.63–3.30 %), characterized by a balanced composition of $\omega 6$ and $\omega 3$ PUFAs in accordance with the regulated norms MP 2.3.1.0253-21.

Keywords: vegetable oil, blend, fatty acid composition, polyunsaturated fatty acids, quality, mathematical modeling

For citation: Naumova N.L., Betz Yu.A. Development of vegetable oil blends with a balanced fatty acid composition // Bulliten KrasSAU. 2022;(12): 203–210. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-203-210.

Введение. Известно, что в нативном виде не существует «идеального» масла с составом полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), обеспечивающим поступление их в организм в необходимом количестве и правильном соотношении. При изучении состава подсолнечного, оливкового, кукурузного, соевого, рыжикового, горчичного, амарантового, грецкого ореха, виноградной косточки и других масел определено соотношение $\omega 6:\omega 3$ жирных кислот на уровне 83,9:1–0,32:1 [1–3], что не согласуется с принципами полноценного питания, в частности с регламентированными нормами МР 2.3.1.0253-21, согласно которым пропорция этих кислот должна составлять 5–10:1. Кроме того, в питании человека высока доля насыщенных жиров (> 10 %) и жиров, богатых $\omega 6$, в результате чего соотношение $\omega 6:\omega 3$ лежит в диапазоне 20–30:1 [4].

Благодаря положительной антитромботической, липидснижающей и проэндотелиальной функциональной активности $\omega 3$ ПНЖК играют

важную роль в атерогенезе у человека. Наиболее значимыми $\omega 3$ жирными кислотами, которые образуются из линолевой кислоты, являются γ -линолевая и арахидоновая, α -линоленовая кислота – исходное вещество для синтеза эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот. Эти ПНЖК выполняют определенные функции в качестве блоков при создании мембран и модуляторов различных биохимических процессов [5–7].

Избыточное количество $\omega 6$ ПНЖК в диете и высокое соотношение $\omega 6:\omega 3$ способствуют патогенезу многих сердечно-сосудистых, онкологических, воспалительных, аутоиммунных и других заболеваний [8, 9]. Поэтому при создании пищевых продуктов со сбалансированным составом ПНЖК применяют купажирование различных видов растительных масел [2, 4].

Цель исследования – разработка смесей растительных масел с соотношением $\omega 6:\omega 3$ ПНЖК в диапазоне 5–10:1.

Задачи: изучить показатели качества растительных масел; исследовать фракционный состав ПНЖК; применить математические методы моделирования в разработке купажей растительных масел.

Объекты и методы. В качестве объектов исследований выступили рафинированные дезодорированные растительные масла:

- подсолнечное первого сорта (вымороженное) – ГОСТ 1129-13, изготовитель ООО «Товарное хозяйство» (413090, Саратовская обл., г. Маркс, пр. Ленина, д. 100/2), цена 109 руб/л;
- рапсовое высшего сорта – ГОСТ 31759-12, ООО «Армаз» (630015, г. Новосибирск, ул. Королева, д. 40), 258 руб/л;
- кукурузное марки «П» – ГОСТ 8808-00, АО «Эфко» (309850, Белгородская обл., р-н Алексеевский, г. Алексеевка, ул. Фрунзе, д. 2), 349 руб/л;
- чиа нерафинированное холодного отжима – СТО 67008287.051-17, ООО «Сибирская

клетчатка» (634021, Томская обл., г. Томск, пр. Фрунзе, д. 109, оф. 107), 810 руб/л.

Органолептические показатели масел определяли по ГОСТ 5472-50, содержание ПНЖК – по ГОСТ 31663-2012 и ГОСТ 31665-2012, витамина Е (α-токоферола) – по МВИ 43-08, перекисное число (ПЧ) жира – по ГОСТ 26593-85, кислотное число (КЧ) – по ГОСТ 31933-12. На время проведения испытаний период хранения масел с даты их производства составил 3 мес. при сроке годности 12 мес. – для кукурузного и чиа, 14 мес. – для подсолнечного, 18 мес. – для рапсового.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе оценивали потребительские свойства масел для установления сочетаемости сырья по органолептическим признакам. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества растительных масел

Показатель	Результаты исследований масла			
	подсолнечного	рапсового	кукурузного	чиа
Органолептические показатели				
Цвет	Соломенный	Соломенный с желтоватым оттенком	Светло-желтый	Желтый
Прозрачность	Прозрачное, без осадка			
Вкус и запах	Без запаха, обезличенный вкус			Легкий травяной запах, обезличенный вкус
Физико-химические показатели				
ПЧ, мэкв/кг	1,70±0,05 (10,0)*, **	3,90±0,10 (4,0)* (10,0)**	3,80±0,09 (10,0)*, **	4,50±0,06 (10,0)**
КЧ, мг КОН/г	0,26±0,01 (0,4)* (0,6)**	0,24±0,01 (0,3)* (0,6)**	0,30±0,02 (0,4)* (0,6)**	1,21±0,08 (4,0)**
Содержание витамина Е (α-токоферола), мг/кг	667,16±14,22	554,63±10,14	78,07±2,24	343,96±9,03

Примечание: * – норма согласно действующему ГОСТ, не более; ** – норма по ТР ТС 024/11 и Codex Alimentarius. Codex Stan 210-1999, не более.

Установлено соответствие органолептических показателей подсолнечного, рапсового, кукурузного масел нормам действующих ГОСТов, масла чиа – требованиям Codex Alimentarius (Codex Stan 210-1999). Выявлена хорошая совмести-

мость исследуемых масел как по цветовой гамме, так и по вкусо-ароматическим характеристикам. Монохромность цвета и нейтральность вкуса и запаха (в случае масла чиа – умеренность) позволяют смешивать сырье в любых пропор-

циях без резких изменений прежних органолептических свойств.

Существует мнение, что показатели окисления растительных масел, показывающие в них концентрацию перекисных соединений (ПЧ) и свободных жирных кислот (КЧ), не являются показателями их безопасности, так как относятся к естественным характеристикам, имеют значительную количественную вариабельность для разных видов растительных масел, в том числе зависящую как от их жирно-кислотного состава, так и от условий выращивания масличных культур [11]. В данном контексте результаты наших исследований лишь подтвердили высказанное суждение (см. табл. 1). Так, при равных временных сроках хранения масло чиа имело относительно высокие показатели ПЧ и КЧ на фоне других анализируемых проб, но при этом не отклонялось по органолептическим критериям от свойственных для него характеристик и соответствовало действующим нормам «Codex Alimentarius. Жиры, масла и производные продукты» в части «Codex Stan 210-1999. Стандарт кодекса для поименованных растительных масел» по показателям порчи жировой фазы.

Несмотря на то что рапсовое масло имело значения ПЧ и КЧ, максимально приближенные к верхним допустимым уровням, прописанным для продукции высшего сорта в ГОСТ 31759-12, оно параллельно с этим имело хороший временной запас для их нарастания согласно нормам ТР ТС 024/11, который в отличие от стандарта носит статус нормативно-правового акта,

являющегося обязательным для исполнения. Аналогичная ситуация была выявлена у кукурузного масла в части фактически установленного значения КЧ и его разрозненных норм для масла марки «П» согласно ГОСТ 8808-00 и действующему техрегламенту. Учитывая все нормы, применяемые для оценки окислительной порчи растительных масел, дополнительно беря в расчет ранжированные уровни ПЧ жира (от 0 до 6 мэкв/кг соответствуют категории качественной продукции, от 7 до 10 мэкв/кг – начальной стадии окислительной порчи [1, 11]), все виды изучаемых растительных масел были признаны доброкачественными и использовались в дальнейших исследованиях.

Общеизвестно, что стойкость растительных масел к окислению определяется не только жирнокислотным составом их триацилглицеролов, но и присутствием природных ингибиторов окисления – токоферолов. Установлено относительно высокое содержание α -токоферола в подсолнечном и рапсовом маслах, относительно низкое – в кукурузном, средний уровень – в чиа, что согласуется с данными других исследователей [3, 12].

Следующим шагом экспериментальных работ явилось изучение группы ПНЖК растительных масел. Анализ их состава (табл. 2) подтвердил ранее полученные данные о несбалансированности содержания в растительных маслах $\omega 6$ и $\omega 3$ ПНЖК в сравнении с существующими рекомендациями для рационального питания.

Таблица 2

Фракционный состав ПНЖК

Кислота		Результаты исследований масла, %			
Обозначение	Наименование	подсолнечного	рапсового	кукурузного	чиа
C18:2 $\omega 6$	Линолевая-цис	59,62 \pm 1,71	66,63 \pm 2,20	52,94 \pm 1,50	18,81 \pm 0,09
C18:3 $\omega 6$	γ -линоленовая	–	–	0,11 \pm 0,01	0,33 \pm 0,01
C18:3 $\omega 3$	α -линоленовая	0,07 \pm 0,01	0,42 \pm 0,01	0,77 \pm 0,02	62,01 \pm 2,05
Соотношение $\omega 6:\omega 3$		852:1	159:1	69:1	1:3

Так, наибольший дисбаланс этих биологически активных веществ с существенным преобладанием фракции $\omega 6$ (линолевой-цис кислоты) был установлен в подсолнечном масле (852:1), наименьший – в кукурузном (69:1). В масле чиа, наоборот, превалировала α -линоленовая кислота, относящаяся к семейству $\omega 3$ (1:3).

В заключение на основе полученных данных, используя методы математического моделирования [13], провели разработку купажей расти-

тельных масел с максимальным сохранением в их составе количества витамина Е при минимальном удорожании цены смесей и ограничениях (по рекомендации МР 2.3.1.0253-21) соотношения жирных кислот $5:1 \leq W6:W3 \leq 10:1$. Рассматриваемая задача являлась, с одной стороны, линейной, с другой же стороны – двухкритериальной. Следовательно, она формализовалась как многокритериальная задача линейного программирования

$$\begin{aligned}
 z_1 &= 667,16x_1 + 554,63x_2 + 78,07x_3 + 343,96x_4 \rightarrow \max \\
 z_2 &= 109x_1 + 258x_2 + 349x_3 + 810x_4 \rightarrow \min \\
 &\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\ \frac{1}{852}x_1 + \frac{1}{159}x_2 + \frac{1}{69}x_3 + 3x_4 \geq \frac{1}{10} \\ \frac{1}{852}x_1 + \frac{1}{159}x_2 + \frac{1}{69}x_3 + 3x_4 \leq \frac{1}{5} \\ x_i \geq 0 \quad (i=1,2,3,4) \end{cases} \quad (1)
 \end{aligned}$$

где x_1, x_2, x_3, x_4 – доля подсолнечного масла, рапсового масла, кукурузного масла и масла чиа в смеси соответственно. Для поиска оптимального, по Парето [14], решения двухкритериальной задачи (1) перешли к параметрическому семейству задач линейного программирования

$$\begin{aligned}
 z_\alpha &= \alpha z_1 - (1-\alpha) z_2 \rightarrow \max \\
 &\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\ \frac{1}{852}x_1 + \frac{1}{159}x_2 + \frac{1}{69}x_3 + 3x_4 \geq \frac{1}{10} \\ \frac{1}{852}x_1 + \frac{1}{159}x_2 + \frac{1}{69}x_3 + 3x_4 \leq \frac{1}{5} \\ x_i \geq 0 \quad (i=1,2,3,4) \end{cases} \quad (2)
 \end{aligned}$$

где параметр $0 < \alpha < 1$, а критерии z_1 и z_2 определены в (1).

Согласно лемме Карлина [15], решение задачи (2), полученное при каждом фиксированном $\alpha \in (0,1)$, одновременно являлось и оптимальным, по Парето, решением двухкритериальной задачи (1). Отметим, что при всех значениях параметра $\alpha \in (0,1)$ задача (2) имела одно и то же решение $(x_1, x_2, x_3, x_4) = (0,9337; 0; 0; 0,0663)$, оно же и являлось единственным оптимальным, по

Парето, решением задачи (1). Таким образом, рапсовое и кукурузное масла были исключены из дальнейших действий.

Рассматривая аналогичные задачи при ограничениях вида $\lambda : 1 \leq W_6 : W_3 \leq 10 : 1$, где λ принимает значения 5, 6, 7, 8, 9, 10, получили результаты, приведенные в таблице 3.

Выявленные данные показали, что единственно верным решением при заданных условиях задачи являлся купаж из подсолнечного масла и масла чиа. Однако можно было рассмотреть 6 вариантов пропорций этих масел в составе смеси в зависимости от желаемого конечного результата: либо приоритет отдать оптимальному балансу жирных кислот $\omega_6 : \omega_3$, либо сохранить витаминную ценность и приемлемую ценовую характеристику купажа. Возьмем, к примеру, для рассмотрения два крайних варианта. В одном случае (купаж 1) при содержании в составе смеси 93,37 % подсолнечного масла и 6,63 % масла чиа получим максимально возможное присутствие жирных кислот семейства ω_3 (соотношение $\omega_6 : \omega_3$ как 5:1), относительно высокую цену купажа – 155,48 руб/л (повышение 42,6 %) и наименьшее содержание витамина Е – 645,73 мг/кг (снижение 3,2 %). В другом (купаж 2) – при уровне в купаже подсолнечного масла 96,70 % и масла чиа 3,30 % получим соотношение $\omega_6 : \omega_3$ жирных кислот как 10:1 при минимально возможной цене купажа – 132,10 руб/л (повышение 21,2 %) и наибольшем уровне витамина Е – 656,51 мг/кг (снижение 1,6 %). Остальные варианты пропорций данных масел в составе купажа представляли собой промежуточные версии.

Таблица 3

Характеристики разработанных купажей

Номер купажа	Наименование масла и его содержание, %		Критерии купажа		Соотношение жирных кислот $\omega_6 : \omega_3$
	подсолнечное	чиа	витамин Е, мг/кг	цена, руб/л	
1	93,37	6,63	645,73	155,48	5:1
2	94,48	5,52	649,32	147,69	6:1
3	95,28	4,72	651,89	142,12	7:1
4	95,87	4,13	653,81	137,95	8:1
5	96,33	3,67	655,31	134,70	9:1
6	96,70	3,30	656,51	132,10	10:1

Таким образом, разработаны купажи из двух растительных масел с определенным соотношением подсолнечного рафинированного дезодорированного первого сорта (93,37–96,70 %) и масла чиа нерафинированного холодного отжима (6,63–3,30 %), отличающиеся сбалансированным составом $\omega 6$ и $\omega 3$ ПНЖК согласно регламентированным нормам МР 2.3.1.0253-21.

Заключение

1. Органолептические и физико-химические показатели подсолнечного, рапсового, кукурузного масел и чиа соответствовали нормам действующих нормативных документов.

2. Установлена несбалансированность в содержании изучаемых растительных масел $\omega 6$ и $\omega 3$ ПНЖК по сравнению с существующими рекомендациями для рационального питания.

3. Разработаны 6 купажей из подсолнечного рафинированного дезодорированного масла первого сорта и масла чиа нерафинированного холодного отжима, отличающиеся оптимальным соотношением $\omega 6$ и $\omega 3$ ПНЖК согласно регламентированным нормам МР 2.3.1.0253-21.

Список источников

1. Устойчивость к окислению растительных масел в зависимости от жирнокислотного состава / А.В. Бирбасова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 1 (343). С. 61–64.
2. Бирбасова А.В., Тимофеев Т.И., Никонович С.Н. Перспективность купажирования натуральных растительных масел с учетом состава жирных кислот и биологически активных веществ при производстве продуктов питания // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 2-3 (344-345). С. 82.
3. New vegetable oil blends to ensure high biological value and oxidative stability / T. Nosenko [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 5. № 6 (89). P. 42–47. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.111451.
4. Клейменова Н.Л. Разработка купажей растительных масел для здорового питания //

- Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. Т. 83, № 1 (87). С. 187–191. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-187-191.
5. Gómez Candela C., Bermejo López L.M., Loria Kohen V. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health: nutritional recommendations // Nutrición Hospitalaria. 2011. Vol. 26, № 2. P. 323–329. DOI: 10.1590/S0212-1611201100020 0013.
 6. Кисляк Ю.С., Чаленко К.А., Стороженко Т.Н. Биологическая роль полиненасыщенных жирных кислот (омега 3, омега 6) // Научные горизонты. 2020. № 9 (37). С. 130–133.
 7. Подзолков В.И., Писарев М.В. Роль омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в управлении сердечно-сосудистым риском // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020. Т. 19, № 3. С. 86–94. DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2589.
 8. Jing X. Kang, Jian Bo Wan, Chengwei He. Concise review: regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites // Stem cells. 2014. Vol. 32, № 5. P. 1092–1098. DOI: 10.1002/stem.1620.
 9. Simopoulos A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids // Biomed Pharmacother. 2002. Vol. 56, № 8. P. 365–79. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
 10. Технология производства растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом / Л.П. Паршакова [и др.] // Пищевая промышленность. 2017. № 5. С. 25–27.
 11. Исследование показателей качества растительных масел отечественных производителей / А.В. Бирбасова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 1 (343). С. 115–118.
 12. Бутова С.В., Шахова М.Н., Панина Е.В. Исследование показателей растительных масел из малораспространенного сырья // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2018. № 1 (10). С. 38–43.
 13. Моделирование пищевых систем для алиментарной коррекции соотношения полиненасыщенных жирных кислот в организме человека / Т.В. Алексеева [и др.] // Вестник

- Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82, № 1 (83). С. 70–75. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-1-70-75.
14. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Физматлит, 2007. 256 с.
15. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике. М.: Мир, 1964. 838 с.
- ных кислот (omega 3, omega 6) // Nauchnye gorizonty. 2020. № 9 (37). С. 130–133.
7. Podzolkov V.I., Pisarev M.V. Rol' omega-3 polinenasyschennykh zhirnykh kislot v upravlenii serdechno-sosudistym riskom // Kardiologiya i profilaktika. 2020. Т. 19, № 3. С. 86–94. DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2589.
8. Jing X. Kang, Jian Bo Wan, Chengwei He. Concise review: regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites // Stem cells. 2014. Vol. 32, № 5. P. 1092–1098. DOI: 10.1002/stem.1620.
9. Simopoulos A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids // Biomed Pharmacother. 2002. Vol. 56, № 8. P. 365–79. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
10. Tehnologiya proizvodstva rastitel'nykh masel so sbalansirovannym zhirnokislotochnym sostavom / L.P. Parshakova [i dr.] // Pischevaya promyshlennost'. 2017. № 5. С. 25–27.
11. Issledovanie pokazatelej kachestva rastitel'nykh masel otechestvennykh proizvoditelej / A.V. Birbasova [i dr.] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 2015. № 1 (343). С. 115–118.
12. Butova S.V., Shahova M.N., Panina E.V. Issledovanie pokazatelej rastitel'nykh masel iz malorasprostranennogo syr'ya // Tehnologii i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkcii. 2018. № 1 (10). С. 38–43.
13. Modelirovanie pischevykh sistem dlya alimentarnoj korrekcii sootnosheniya polinenasyschennykh zhirnykh kislot v organizme cheloveka / T.V. Alekseeva [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tehnologij. 2020. Т. 82, № 1 (83). С. 70–75. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-1-70-75.
14. Podinovskij V.V., Nogin V.D. Pareto-optimal'nye resheniya mnogokriterial'nykh zadach. М.: Физматлит, 2007. 256 с.
15. Karlin S. Matematicheskie metody v teorii ig, programmirovanii i ekonomike. М.: Мир, 1964. 838 с.

References

1. Ustojchivost' k okisleniyu rastitel'nykh masel v zavisimosti ot zhirnokislotochnogo sostava / A.V. Birbasova [i dr.] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 2015. № 1 (343). С. 61–64.
2. Birbasova A.V., Timofeenko T.I., Nikonovich S.N. Perspektivnost' kupazhirovaniya natural'nykh rastitel'nykh masel s uchetom sostava zhirnykh kislot i biologicheski aktivnykh veschestv pri proizvodstve produktov pitaniya // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 2015. № 2-3 (344-345). С. 82.
3. New vegetable oil blends to ensure high biological value and oxidative stability / T. Nosenko [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 5. № 6 (89). P. 42–47. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.111451.
4. Klejmenova N.L. Razrabotka kupazhej rastitel'nykh masel dlya zdorovogo pitaniya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tehnologij. 2021. Т. 83, № 1 (87). С. 187–191. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-187-191.
5. Gómez Candela C., Bermejo López L.M., Loria Kohen V. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health: nutritional recommendations // Nutrición Hospitalaria. 2011. Vol. 26, № 2. P. 323–329. DOI: 10.1590/S0212-1611201100020 0013.
6. Kislyak Yu.S., Chalenko K.A., Storozhenko T.N. Biologicheskaya rol' polinenasyschennykh zhirnykh kislot (omega 3, omega 6) // Nauchnye gorizonty. 2020. № 9 (37). С. 130–133.
7. Podzolkov V.I., Pisarev M.V. Rol' omega-3 polinenasyschennykh zhirnykh kislot v upravlenii serdechno-sosudistym riskom // Kardiologiya i profilaktika. 2020. Т. 19, № 3. С. 86–94. DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2589.
8. Jing X. Kang, Jian Bo Wan, Chengwei He. Concise review: regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites // Stem cells. 2014. Vol. 32, № 5. P. 1092–1098. DOI: 10.1002/stem.1620.
9. Simopoulos A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids // Biomed Pharmacother. 2002. Vol. 56, № 8. P. 365–79. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
10. Tehnologiya proizvodstva rastitel'nykh masel so sbalansirovannym zhirnokislotochnym sostavom / L.P. Parshakova [i dr.] // Pischevaya promyshlennost'. 2017. № 5. С. 25–27.
11. Issledovanie pokazatelej kachestva rastitel'nykh masel otechestvennykh proizvoditelej / A.V. Birbasova [i dr.] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Pischevaya tehnologiya. 2015. № 1 (343). С. 115–118.
12. Butova S.V., Shahova M.N., Panina E.V. Issledovanie pokazatelej rastitel'nykh masel iz malorasprostranennogo syr'ya // Tehnologii i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkcii. 2018. № 1 (10). С. 38–43.
13. Modelirovanie pischevykh sistem dlya alimentarnoj korrekcii sootnosheniya polinenasyschennykh zhirnykh kislot v organizme cheloveka / T.V. Alekseeva [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tehnologij. 2020. Т. 82, № 1 (83). С. 70–75. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-1-70-75.
14. Podinovskij V.V., Nogin V.D. Pareto-optimal'nye resheniya mnogokriterial'nykh zadach. М.: Физматлит, 2007. 256 с.
15. Karlin S. Matematicheskie metody v teorii ig, programmirovanii i ekonomike. М.: Мир, 1964. 838 с.

Статья принята к публикации 19.09.2022 / The article accepted for publication 19.09.2022.

Информация об авторах:

Наталья Леонидовна Наумова¹, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных исследований молекулярных механизмов стресса, доктор технических наук, доцент

Юлия Александровна Бец², аспирант кафедры общей биологии и дифференциальной психологии

Information about the authors:

Natalya Leonidovna Naumova¹, Leading Researcher, Laboratory for Advanced Studies of Molecular Mechanisms of Stress, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Yulia Alexandrovna Betz², Postgraduate Student, Department of General Biology and Differential Psychology

