



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК 664.314

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.018

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИХ КУПАЖЕЙ

Екатерина Юрьевна Вольф¹, Виктория Михайловна Козырева²,
Инна Владимировна Симакова³, Алексей Андреевич Вольф⁴

^{1, 2, 3, 4} Саратовский ГАУ, Саратов, Россия

¹ volftpp@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1769-2667>

² vika_koz_95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8947-1006>

³ simakovaiv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

⁴ alexwolfff@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2421-1147>

Аннотация. Для создания полноценных рационов необходимо использовать жиры и масла в определенных сочетаниях, благоприятных для организма человека. Для конструирования смесей (купажей) с заданным жирнокислотным составом недостаточно использовать масла, привычные для жителей нашей страны (подсолнечное, кукурузное) и особенно масла, несвойственные: пальмовое, кокосовое, соевое. Необходимо применять масла наиболее адаптогенные, с выраженным фармакологическим действием. В этом аспекте значимыми являются купажи на основе отечественных масличных культур, таких как горчица, расторопша, рыжик, сафлор. Данные купажи являются функциональным продуктом и могут быть рекомендованы для различных групп населения, за исключением индивидуальной непереносимости ингредиентов. Продукция планируется выпускаться на основании технических условий и патента. Объектом исследования являются нерафинированные растительные масла регионального производства: сафлоровое, горчичное, рыжиковое, расторопшное и купажи, полученные из них. Методы исследования: аналитический, расчетно-математический, симплекс-метод, метод газовой хроматографии, моделирование. С использованием симплекс-методики и математического моделирования были рассчитаны на основе литературных данных модели пищевых систем купажей в соотношениях ω -6: ω -3 ПНЖК 3:1 и 5–10:1. Методом газовой хроматографии был исследован жирно-кислотный состав анализируемых масел и их купажей. Проведенный анализ показал несбалансированность кислот в маслах, что еще раз подчеркнуло необходимость их купажирования. Из шести спроектированных купажей только 2 наиболее приближены к рекомендуемым соотношениям ω -6: ω -3 кислот 5–10:1 и 3:1. Обусловлено это может быть сортовыми особенностями перерабатываемого растительного сырья, климатическими условиями выращивания, технологиями получения и переработки масел. В связи с этим при купажировании целесообразно применять дополнительные методики.

Ключевые слова: купажи, сафлоровое масло, рыжиковое масло, масло расторопши, горчичное масло, симплекс-методика, жирно-кислотный состав, омега-3, омега-6, полиненасыщенные жирные кислоты.

Для цитирования: Сравнительный анализ теоретических и экспериментальных данных жирно-кислотного состава некоторых растительных масел и их купажей / Е. Ю. Вольф [и др.]. // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 131–140 . doi: 10.25712/ ASTU.2072-8921.2021.03.018.

Original article

RESEARCH OF FAT-ACID COMPOSITION OF CERTAIN VEGETABLE OILS AND THEIR BLENDS

Ekaterina Yu. Volf ¹, Victoria M. Kozyreva ², Inna V. Simakova ³, Alexei A. Volf ⁴

^{1, 2, 3, 4} Saratov State Agrarian University, Saratov, Russia

¹ volftpp@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1769-2667>

² vika_koz_95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8947-1006>

³ simakovaiv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

⁴ alexwolfff@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2421-1147>

Abstract. To create complete diets, it is necessary to use fats and oils in certain combinations that are favorable for the human body. To create mixtures (cu-pages) with a given fatty acid composition, it is not enough to use oils that are familiar to the inhabitants of our country (sunflower, corn), and especially oils that are unusual - palm, coconut, soy. It is necessary to use the most adaptogenic oils with a pronounced pharmacological effect. In this aspect, blends based on domestic oilseeds such as mustard, milk thistle, camelina, safflower are significant. The object of the research is unrefined vegetable oils of regional production - safflower, mustard, camelina, milk thistle and blends obtained from them. Research methods - analytical, calculation and mathematical, simplex method, gas chromatography method, modeling. Using the simplex technique and mathematical modeling, on the basis of the literature data, models of food systems of blends in the ratios ω -6: ω -3 PUFA 3: 1 and 5-10: 1 were calculated. The fatty acid composition of the analyzed oils and their blends was studied by gas chromatography. The analysis showed the imbalance of acids in oils, which once again emphasized the need for their blending. Of the six designed blends, only 2 are closest to the recommended ratios of ω -6: ω -3 acids 5-10: 1 and 3: 1. This may be due to the varietal characteristics of the processed plant raw materials, climatic conditions of growing, technologies for obtaining and processing oils. In this regard, when blending, it is advisable to use additional techniques.

Keywords: blends, safflower oil, ginger oil, milk thistle oil, mustard oil, simplex method, fatty acid composition, omega-3, omega-6, polyunsaturated fatty acids.

For citation: Volf, E. Yu., Kozyreva, V. M., Simakova, I. V. & Volf, A. A. (2021). Research of fat-acid composition of certain vegetable oils and their blends. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 131-140. (InRuss.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.018.

ВВЕДЕНИЕ

Поволжье является одним из лидеров по выращиванию и переработке малоиспользуемого, но ценного масличного сырья, такого как семена горчицы, рапса, рыжика, сафлора, обладающего функциональным потенциалом и фармакологическими свойствами, определяющими их противоопухолевые и бактерицидные свойства, стимулирующие работу пищеварительной, сердечно-сосудистой, эндокринной и респираторной систем, повышение иммунного статуса организма. Однако каждый жир в отдельности (из используемых в питании) не удовлетворяет в полной мере всем тем требованиям, которые предъявляются в настоящее время к пищевому жиру для здорового питания. Поэтому для создания полноценных рационов необходимо использовать жиры и масла в опреде-

ленных сочетаниях в купажированном виде, благоприятных для организма человека. Для создания смесей (купажей) с заданным жирнокислотным составом недостаточно использовать масла, привычные для жителей нашей страны (подсолнечное, кукурузное) и особенно масла, несвойственные: пальмовое, кокосовое, соевое. Необходимо применять масла наиболее адаптивные, с выраженным фармакологическим действием [1, 2].

В этом аспекте значимыми являются купажи на основе отечественных масличных культур, таких как горчица, рапс, рыжик, сафлор.

Цель исследования – экспериментальное исследование жирнокислотного состава некоторых растительных масел и их купажей и сопоставление полученных данных с литературными.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИХ КУПАЖЕЙ

Объектом исследования являются нерафинированные растительные масла регионального производства: сафлоровое, горчичное, рыжиковое, расторопшное и купажи, полученные из них.

Сафлоровое масло характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, в частности линолевой кислоты (до 80 %); значительным количеством витамина Е (гамма-токотриенола и альфа-токоферола), витамина К, витамина F, производных серотонина [3].

Рыжиковое масло обладает обширным диапазоном лечебного действия в связи с тем, что оно имеет бактерицидное, противовоспалительное, противоопухолевое, ранозаживляющее, противоглистное свойства. Нерафинированное рыжиковое масло характеризуется содержанием большого количества природных антиоксидантов, в частности витамина Е (40–120 мг %), что обуславливает его стойкость к процессам окисления. Входящий в состав рыжикового масла провитамин А, как и витамин Е, необходим для правильного эмбрионального развития, для полноценного развития растущего детского организма и его эффективной защиты. Масло рыжика содержит до 90 % полиненасыщенных жирных кислот. Стоит отметить, что рыжиковое масло считают аналогом витамина F, который не может синтезироваться в тканях организма [4]. Эффективность применения рыжикового масла доказана в лечебно-профилактическом питании, при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Расторопшное масло обладает выраженными лечебно-профилактическими свойствами и широко применяется при лечении многих заболеваний, а также для повышения иммунитета. Значимую роль в составе масла играет экстракт расторопши – флаволигнан (силимарин). Это вещество способствует восстановлению функций печени, в том числе повышению защитной способности клеток печени от проникновения токсичных веществ [5].

Горчичное масло обладает сильным острым ароматом, что обусловлено содержанием аллилизотиоцианата, образующегося в результате ферментативного гидролиза тиогликозидасинегрина. Масло является источником биологически активных фитостеролов, способствующих снижению уровня холестерина и улучшению оболочек клеток кожи. Горчичное масло содержит биологически активные вещества фитонциды, органические соединения: изотиоцианаты, синегрин, зеле-

ный пигмент – хлорофилл, эфирное масло. Представленные вещества обладают противоопухолевыми и бактерицидными свойствами, а в совокупности эти вещества способны стимулировать работу пищеварительной, сердечно-сосудистой, эндокринной и респираторной систем [6].

Купажи масел, сбалансированные по ω -6: ω -3 ПНЖК в соотношении 3:1:

- Сафлоровое + рыжиковое + расторопшное масла;
- Сафлоровое + рыжиковое + горчичное масла;
- Сафлоровое + расторопшное + горчичное масла.

Купажи масел, сбалансированные по ω -6: ω -3 ПНЖК в соотношении 5–10:1:

- Сафлоровое + рыжиковое + расторопшное масла;
- Сафлоровое + рыжиковое + горчичное масла;
- Сафлоровое + расторопшное + горчичное масла.

Методы исследования: аналитический, расчетно-математический, симплекс-метод, метод газовой хроматографии, моделирование.

На первом этапе исследований был определен жирнокислотный состав применяемых масел, из семян, выращенных в Нижнем и Среднем Поволжье, исходя их усредненных литературных данных, указанных в таблице 1. Погрешность метода: при содержании искомым веществ менее 5 %–0,28 %; равном или более 5 %–1,42 %.

С целью более точного изучения жирнокислотного состава полученных купажей было проведено лабораторное исследование по ГОСТ Р ИСО 5508-2010 [7] (колонка СВР20–50 50 м x 0,22 мм x 0,15 мкм; программа температур: 1 мин при 50 °С – 15 °С/мин – 170 °С – 10 °С/мин – 22 мин при 250 °С; объем пробы 3 мкл; температура инжектора 270 °С; делитель потока 1:25, продувка 2 мл/мин; газ-носитель азот 20 см/с; детектор ДИП: 280 °С, водород 40 мл/мин, воздух 200 мл/мин, азот 25 мл/мин) после приготовления метиловых эфиров согласно ISO 5509:2000.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования определения качественного и количественного состава смеси метиловых эфиров жирных кислот, подготовленных в соответствии с методом ИСО 5509, газовой хроматографией с применением набивной и/или капиллярной колонок.

Отбор пробы проводился по ГОСТ 5471-83 [8].

Для проведения анализа использовался хроматограф газовый лабораторный с пламенно-ионизационным детектором и программированием температуры, термостатом на температуры не ниже 200 °С, с испарителем на температуры не ниже 300 °С

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Имеющиеся литературные данные о жирнокислотном составе анализируемых растительных масел показывают их несбалансированность и доказывают необходимость их купажирования.

Купажирование – это процесс соединения вместе исходных продуктов (материалов) и вкусовых добавок в определенных соотношениях. Производство купажей продукции часто преследует цель повышения вкусовых качеств и биологической ценности путем обогащения конечного продукта полезными веществами.

Создание купажей элитных масел: сафлорового, горчичного, рыжикового, расторопшевого, – сложный многогранный процесс. При проведении купажирования следует учитывать главным образом жирнокислотный состав исходных масел, также количественный и качественный состав биологически активных соединений: токоферолов, стеролов, фосфолипидов, каротиноидов и др. Следовательно, для получения жирового продукта с повышенной биологической ценностью необходимо провести работу по подбору сбалансированной по количеству и оптимальной по соотношению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) жировой основы исходных продуктов.

С использованием симплекс-методики и математического моделирования были рассчитаны на основе литературных данных модели пищевых систем купажей в необходимых соотношениях ω -6: ω -3 ПНЖК 3:1 и 5–10:1 (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Проект купажей нерафинированных растительных масел с соотношением ω -6: ω -3 ПНЖК 3:1

Table 1 – Draft blends of unrefined vegetable oils with a ratio of ω -6: ω -3 PUFA 3:1

Исходные масла	Купаж № 1, %	Купаж № 2, %	Купаж № 3, %
Сафлоровое масло	40,0	40,0	2,0
Рыжиковое масло	40,0	30,0	–
Расторопшечное масло	20,0	–	3,0
Горчичное масло	–	30,0	95,0

Таблица 2 – Проект купажей нерафинированных растительных масел с соотношением ω -6: ω -3 ПНЖК 5–10:1

Table 2 – Draft blends of unrefined vegetable oils with a ratio of ω -6: ω -3 PUFA 5-10:1

Исходные масла	Купаж № 4, %	Купаж № 5, %	Купаж № 6, %
Сафлоровое масло	50,0	65,0	30,0
Рыжиковое масло	13,5	10,0	–
Расторопшечное масло	36,5	–	11,0
Горчичное масло	–	25,0	59,0

Однако получение этих купажей проводилось на основе литературных данных и имеющегося в настоящее время опыта.

Следовательно, необходимо провести лабораторное исследование жирнокислотного состава исследуемых масел и полученных

купажей и определить соотношение кислот ω -6: ω -3.

Полученные в ходе анализа литературные и экспериментальные данные представлены на рисунках 1–4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИХ КУПАЖЕЙ



Рисунок 1 – Сравнение экспериментальных и литературных данных жирнокислотного профиля сафлорового масла

Figure 1 – Comparison of experimental and literature data on the fatty acid profile of safflower oil

Из рисунка 1 следует, что количество линолевой кислоты экспериментально найдено больше (на 3,84 %), чем представлено в литературных данных; в свою очередь, количество линоленовой кислоты значительно меньше (на 55 %), чем приведено в литературных данных; эйкозодиеновой кислоты по литературным данным больше (на

97,5 %), чем установлено экспериментально; экспериментально определено содержание эйкозатриеновой кислоты в сафлоровом масле, когда в литературных данных о ней сведения отсутствуют; содержание арахидоновой кислоты не найдено в ходе лабораторного исследования, как и докозадиеновой и докозагексаеновой кислот.



Рисунок 2 – Сравнение экспериментальных и литературных данных жирнокислотного профиля рыжикового масла

Figure 2 – Comparison of experimental and literary data of the fatty acid profile of ginger oil

Как видно из рисунка 2, количество линолевой кислоты экспериментально найдено больше (на 18,2 %), чем представлено в литературных данных; в свою очередь, количество линоленовой кислоты значительно меньше (на 25,3 %), чем указано в литературных источниках; эйкозодиеновой кислоты

по литературным данным больше (на 65,5 %), чем найдено экспериментально; содержание эйкозатриеновой, арахидоновой кислоты не найдено в ходе лабораторного исследования, как и докозадиеновой и докозагексаеновой кислот.

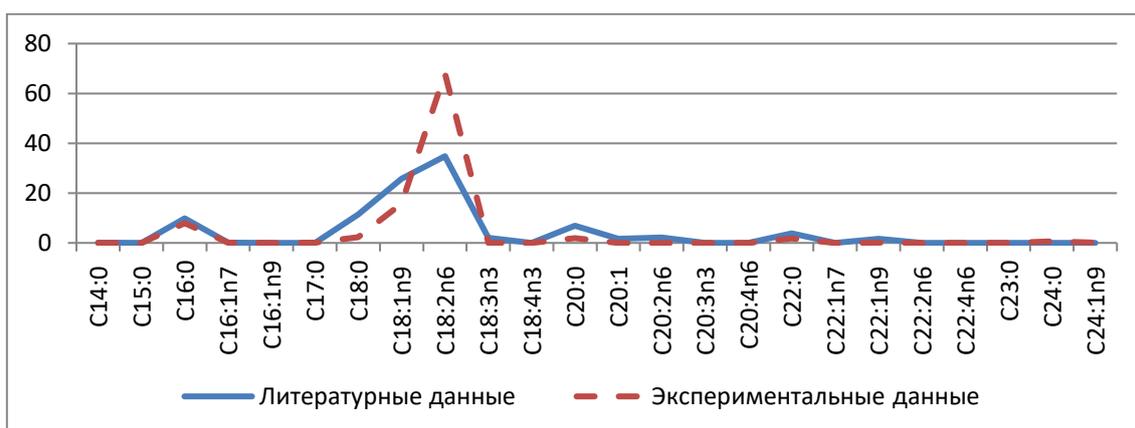


Рисунок 3 – Сравнение экспериментальных и литературных данных жирнокислотного профиля масла расторопши

Figure 3 – Comparison of experimental and literature data on the fatty acid profile of milk thistle oil

Из представленных данных на рисунке 3 следует, что количество линолевой кислоты экспериментально найдено больше (на 95,4 %), чем приведено в литературных источниках; в свою очередь, количество линоленовой кислоты экспериментально не найдено, как и содержание эйкозодиеновой; эксперимен-

тально определено содержание эйкозатриеновой кислоты в масле расторопши, когда в литературных данных о ней сведений нет; арахидоновой кислоты не найдено в ходе лабораторного исследования; экспериментально обнаружены докозадиеновая и докозагексаеновая кислоты.

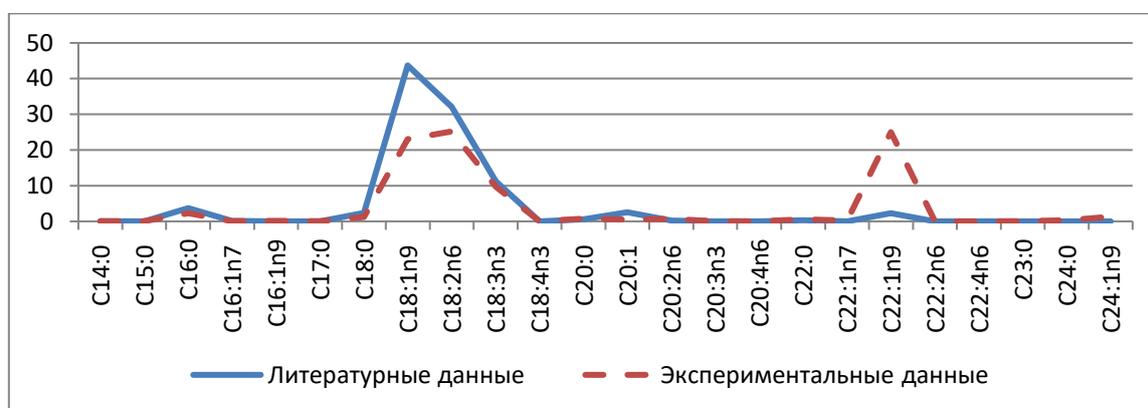


Рисунок 4 – Сравнение экспериментальных и литературных данных жирнокислотного профиля масла расторопши

Figure 4 – Comparison of experimental and literature data on the fatty acid profile of milk thistle oil

Из профиля жирнокислотного состава экспериментальных и литературных данных, представленных на рисунке 4, видно, что количество линолевой кислоты экспериментально найдено меньше (на 23,4 %), чем приводится в литературных данных; в свою очередь, количество линоленовой кислоты значительно меньше (на 13,4 %), чем описано в литературных источниках; эйкозодиеновой кислоты по литературным данным меньше (на 330 %), чем найдено экспериментально;

экспериментально определено содержание эйкозатриеновой кислоты в масле горчицы, когда в литературных данных о ней данных нет; содержание арахидоновой кислоты не найдено в ходе лабораторного исследования, как и докозадиеновой и докозагексаеновой кислот. Таким образом, содержание кислот группы ω -6 в несколько раз превышает количество ω -3 кислот в маслах, что подчеркивает несбалансированность жирнокислотного состава и говорит о необходимости их ку-

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИХ КУПАЖЕЙ

пажирования. Также следует отметить, что экспериментальные данные дают больший спектр определяемых кислот, чем приводятся в научной литературе.

Лабораторному анализу были подвержены полученные купажи нерафинированных растительных масел. На рисунке 5 видно, что

из шести спроектированных купажей только 2 наиболее приближены к рекомендуемым соотношениям ω -6: ω -3 кислот 5–10:1 и 3:1. Стоит отметить, что, составляя купажи на основе литературных данных, не всегда возможно достичь рекомендуемого соотношения ПНЖК [9].

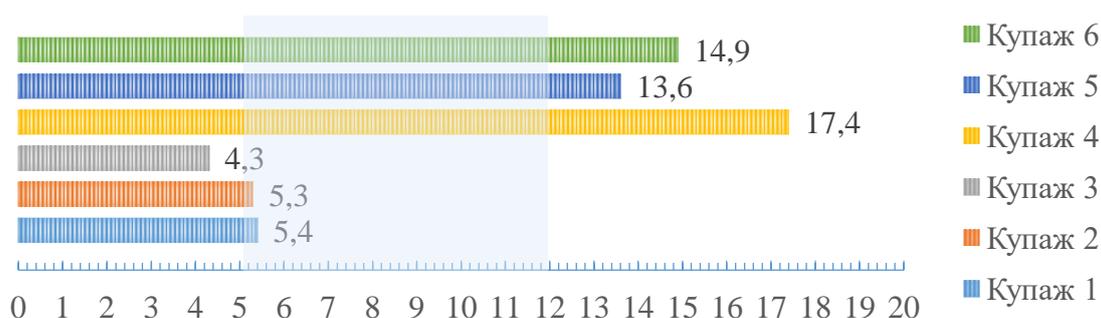


Рисунок 5 – Зона попадания в заданное соотношение

Figure 5 – The zone of falling into the specified ratio

Таким образом, содержание кислот группы ω -6 в несколько раз превышает количество ω -3 кислот в маслах, что подчеркивает несбалансированность жирнокислотного состава и говорит о необходимости их купажирования. Также следует отметить, что экспериментальные данные дают больший спектр определяемых кислот, чем приводятся в научной литературе.

Обусловлено это может быть сортовыми особенностями перерабатываемого растительного сырья, климатическими условиями выращивания, технологиями получения и переработки масел, анизотропностью свойств.

ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленные исследования зарубежных ученых показывают, что диета, богатая незаменимыми жирными кислотами омега-3: омега-6, может оказывать многочисленные положительные эффекты при различных хронических состояниях [10]. Стоит отметить, что зарубежными учеными проводятся исследования в рамках изучения влияния купажированных масел на организм. Например, группа ученых из Канады [11] проводила клинические исследования купажей (смесь имбиря, лаванды, мяты и мяты курчавой) на послеоперационные состояния, связанные с тошнотой и рвотой. Учеными Brochot A, Guilbot A, Haddioui L, Roques C. в 2017 году проводились исследования антибактериальных, противогрибковых и противовирусных

эффектов трех смесей растительных масел. Как правило, объектами исследования зарубежных ученых выступают масла, являющиеся адаптогенными для их региона, например, смесь амазонских масел и жиров: масло пракакси, масло маракуйи, жир купуасу и пальмовый стеарин [12] или смесь оливкового, подсолнечного и кресс-салатного масел [13]. В нашей стране учеными предлагаются пищевые модели купажированных жиров, сбалансированных по омега-3: омега-6 жирнокислотному составу [14–17]. Однако в этих смесях, как правило, присутствует льняное масло, наиболее сильно подверженное окислительным изменениям, приводящим к возникновению токсичных продуктов окисления жиров. Такие смеси не являются хранимоспособными и могут негативно повлиять на здоровье [18].

Группа авторов из Египта и Польши для смешивания использовали масла холодного отжима рисовых отрубей и рапсовое масло, смешивание проводилось методом пропорции в соотношениях 5, 10 и 20 % [19].

Группа авторов из Ирана и Новой Зеландии провели обзор физико-химического, питательного и оздоровительного эффектов растительных масел полученными методами модификаций и смешивания. Авторы установили, что при смешивании двух и более масел улучшается масляная стабильность ПНЖК [20].

Авторами из Украины было проведено купажирование подсолнечного, тыквенного,

льняного и рыжикового масел с жирорастворимыми витаминами (токоферолом и β -каротином). В соответствии с особенностями купажированных масел, как обогащающие ингредиенты, использовались жирорастворимые витамины Е (токоферол) и β -каротин, которые являются не только физиологически важными компонентами для организма человека, но и активными природными антиоксидантами. Установлено, что добавление 0,2 % раствора β -каротина в количестве 3,75 г и 1 % раствора токоферола 2,5 г обеспечивают 30 % суточной потребности этих витаминов. Подтверждена целесообразность совместного использования токоферола и β -каротина, что позволяет стабилизировать окисления и увеличить период индукции в 1,5–2 раза [21].

Авторами Р.Т. Тимаковой и Ю.В. Ильяхиной предложено купажирование масла подсолнечного рафинированного дезодорированного вымороженного «Премиум» и масла оливкового нерафинированного класса «Экстра» в соотношении 70:30. Это обеспечивает высокую потребительскую ценность в качестве салатного масла и позволяет управлять качественными характеристиками полученного купажированного масла в результате оптимизации жирнокислотного состава за счет нерафинированного оливкового масла, богатого омега-9 жирными кислотами, и оптимального соотношения омега-6 и омега-3 жирных кислот (в 2,5 раза по сравнению с подсолнечным маслом). Добавление в купажированное масло масляного раствора витамина D3 с активностью 50000 М.Е./мл способствует повышению биологической ценности масла и обеспечивает до 30 %-ной суточной физиологической потребности в витамине D3 и коррекцию пищевого рациона, способствующего сокращению дефицита витамина в организме человека при ежедневном употреблении 20 г двухкомпонентного купажированного растительного масла [22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время проектирование рецептур, в основном, базируется на математических моделях, которые позволяют оптимизировать подход, но не учитывают всех факторов изменчивости технологического процесса и сырья. В связи с этим требуется смена подхода к их разработке и включение дополнительных методик. Полученные купажи могут использоваться всеми возрастными группами здорового населения, включая детей, для поддержания баланса ω -3, ω -6 в организме человека. Функциональность данного

продукта экспериментально подтверждена, однако разработанные купажи отличаются вкусовыми свойствами, поэтому их использование зависит от гедонических предпочтений потребителя.

Стоит отметить, что от получения сырья до конечного потребления купажей, включая этапы хранения и реализации, имеется высокая степень возможного окисления и загрязнения на всех стадиях «жизненного цикла» продуктов. В связи с этим в настоящее время авторы разрабатывают схему производственного контроля растительных масел и купажей из них. Результаты данной работы будут опубликованы в ближайшем времени в открытой печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Simakova I., Volf E., Strizhevskaya V., Popova O., Kozyreva V., Karagulova E. Blends of unrefined vegetable oils for functional nutrition // *Agronomy Research*. 17 (4), 1761–1768. 2019.
2. Volf E., Simakova I., Perkel R., Mukhamedzhanova Yu., Bolotova N. The safety study of the fat component in adapted infant formula. International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2020), Prague, Czech Republic, Edited by Smyatskaya, J.; E3S Web of Conferences, Volume 161, id.01110.
3. Разработка инновационной технологии производства сафлорового масла / С. Алтайулы, А. Шагирова, М. Муратхан, Н. Байгазов : сборн. статей VII Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 90-летию со дня рождения засл. деятеля науки РФ, проф. Зубченко А.В. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. Воронеж : ВГУИТ, 2018. С. 105–109.
4. Новое в технологии купажирования растительных масел : монография / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, М.В. Копылов. Воронеж. гос. ун-т инж. тех. Воронеж : ВГУИТ, 2013. С. 225.
5. Сокольская Т.А. Комплексная переработка плодов расторопши пятнистой и создание на ее основе препарата «силимар» // *Химико-фармацевтический журнал*. 2000. № 4. С. 27–30.
6. Обухова Л.А. Растительные масла в питании : сравнительный анализ : сборник научных материалов по оздоровительной продукции фирмы «Дэльфа». Н. : ГУ НИИ КиЭЛ, 2013. С. 193.
7. ГОСТ Р ИСО 5508-2010. Животные и растительные жиры и масла. Определение метиловых эфиров жирных кислот (FAME) газовой хроматографией. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2010 г. N 1150-ст. Дата введения 2012-07-01.
8. ГОСТ 32190-2013 «Масла растительные. Правила приемки и методы отбора проб». ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 7 июня 2013 г. N 43). Дата введения 2014-07-01.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИХ КУПАЖЕЙ

9. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : метод. рекомендации ; МР 2.3.1.0253-21. Официальное издание. М.: Роспотребнадзор, 2021, 72 с.

10. Oliver C., Watson H. Omega-3 fatty acids for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016, Issue 1. Art. No. : CD002201. DOI: 10.1002/14651858.CD002201.pub5. Accessed 29 June 2021.

11. Man A., Santacroce L., Jacob R., Mare A. & Man L. (2019). Antimicrobial Activity of Six Essential Oils Against a Group of Human Pathogens: A Comparative Study. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.3390/pathogens8010015>.

12. Bezerra C.V., Rodrigues A.M.D.C., de Oliveira P.D., da Silva D.A., da Silva L.H.M. Technological properties of amazonian oils and fats and their applications in the food industry. *Food Chemistry*. 2017 Apr;221:1466-1473. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016. 11.004.

13. Nehdi I.A., Hadj-Kali M.K., Sbihi H.M., Tan C.P., Al-Resayes S.I. Characterization of Ternary Blends of Vegetable Oils with Optimal ω -6/ ω -3 Fatty Acid Ratios. *J Oleo Sci*. 2019;68(11):1041-1049. doi: 10.5650/jos.ess19111. PMID: 31695014.

14. Способ получения растительного масла и белкового продукта из смеси семян подсолнечника, льна и рапсови ; пат. РФ № 2558448; заявл. 03.06.2014, опуб. 10.08.2015.

15. Масло растительное особое на основе смеси семян льна, кунжута и рапсови с соотношением ПНЖК омега-3 и омега-6 (1:6-1:8) и способ его получения; пат. РФ № 2402912, заявл. 28.05.2009, опуб. 10.10.2010.

16. Масло растительное особое на основе смеси семян льна, кунжута и рапсови с соотношением ПНЖК омега-3 и омега-6 (1:1,4-1:1,6) и способ его получения; пат. РФ №2402911, заявл. 28.05.2009, опуб. 10.10.2010.

17. Масло растительное особое на основе смеси семян льна, кунжута и рапсови с соотношением ПНЖК омега-3 и омега-6 (1:3-1:4) и способ его получения). № 2402913 .пат. РФ № 2402912, заявл. 28.05.2009, опуб. 10.10.2010.

18. Симакова И.В., Перкель Р.Л., Куткина М.Н. Воловей А.Г. Биологическая оценка безопасности фритюрных жиров в клиническом эксперименте на животных // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2014. № 8. С. 57–62.

19. Abdel-razek Adel, Hassanein Minar, Rudzińska Magdalena, Ratusz Katarzyna & Siger Aleksander. (2014). Blending of some vegetable oils for achieving more bioactive phytonutrients components and oxidative stability. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/320130773_Blending_of_some_vegetable_oils_for_achieving_more_bioactive_phytonutrients_components_and_oxidative_stability. doi: 10.13140/RG.2.2.21494.29762.

20. Hashempour Fataneh, Torbati Mohammadali, Azadmard-Damirchi Sodeif & Savage Geoffrey. (2016). Vegetable Oil Blending: A Review of Physicochemical, Nutritional and Health Effects. *Trends in Food Science & Technology*. 57. 10.1016/j.tifs.2016.09.007. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/308392352_Vegetable_Oil_Blending_A_Review_of_Physicochemical_Nutritional_and_Health_Effects.

21. Kotliar Ye., Topchiy O., Kyshenia A., Polumbryk M., Garbazyh K., Lanzhenko L., Bogdan M., Yasko V. & Honcharenko T. (2018). Разработка технологии витаминизированных купажируемых растительных масел и их идентификация по жирнокислотному и витаминному составу. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 3 (11 (93)), 32–43. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-vitaminizirovannyh-kupazhirovannyh-rastitelnyh-masel-i-ih-identifikatsiya-po-zhirnokislotnomu-i-vitaminnomu>.

22. Тимакова Р.Т., Ильюхина Ю.В. Формирование функциональной ценности купажируемых растительных масел с d-витаминной активностью // ТППП АПК. 2020. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-funktsionalnoy-tsennosti-kupazhirovannyh-rastitelnyh-masel-s-d-vitaminnoy-aktivnostyu> (дата обращения: 15.06.2021).

Информация об авторах

Е. Ю. Вольф – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова».

В. М. Козырева – магистр 2 года обучения кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова».

И. В. Симакова – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова».

REFERENCES

1. Simakova, I., Volf, E., Strizhevskaya, V., Popova, O., Kozyreva, V., Karagulova, E. (2019). Blends of unrefined vegetable oils for functional nutrition. *Agronomy Research* 17 (4), 1761-1768.

2. Volf, E., Simakova, I., Perkel, R., Mukhammedzhanova, Yu., Bolotova, N. (2020). The safety study of the fat component in adapted infant formula. *International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2020)*, Prague, Czech Republic, Edited by Smyatskaya, J. ; E3S Web of Conferences, Volume 161, id. 01110.

3. Altayuly, S., Shagirova, A., Muratkhan, M. & Baigazov, N. (2018). Development of an innovative technology for the production of safflower oil / S. Altayuly // Collection. Articles VII Int. scientific and technical conf., dedicated to the 90th anniversary of the birth honored. Scientist of the Russian Federation, prof. A.V. Zubchenko. Voronezh: VGUIT, 105-109. (In Russ).

4. Ostrikov, A.N., Vasilenko, V.N., Frolova, L.N. & Kopylov, M.V. (2013). New in the technology of blending vegetable oils: monograph. Voronezh: VGUIT. (In Russ).

5. Sokolskaya, T.A. (2000). Complex processing of milk thistle fruits and creation of the drug "silimar" on its basis. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, (4), 27-30. (In Russ).

6. Obukhova, L.A. (2013). Vegetable oils in food: a comparative analysis. *Collection of scientific materials on the*

health-improving products of the company "Delfa", N. : GU NII KIEL. (In Russ).

7. Animal and vegetable fats and oils. Determination of fatty acid methyl esters (FAME) by gas chromatography. (2010). *HOST R ISO 5508-2010*. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

8. Vegetable oils. Acceptance rules and sampling methods. (2014). *HOST 5471-83*. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

9. 14. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various population groups of the Russian Federation: method. Recommendations (2021). *MP 2.3.1.0253-21*. Official publication. Moscow: Rospotrebnadzor. (In Russ).

10. Oliver, C. & Watson, H. (2016). Omega-3 fatty acids for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD002201. DOI: 10.1002 / 14651858.CD002201.

11. Man, A., Santacroce, L., Jacob, R., Mare, A., & Man, L. (2019). Antimicrobial Activity of Six Essential Oils Against a Group of Human Pathogens: A Comparative Study. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 8 (1), 15. <https://doi.org/10.3390/pathogens8010015>.

12. Bezerra, C.V., Rodrigues, A.M.D.C., Oliveira, P.D., Silva, D.A. & Silva, L.H.M. (2017). Technological properties of amazonian oils and fats and their applications in the food industry. *Food Chemistry*. (221), 1466-1473. DOI: 10.1016 / j.foodchem.2016.11.004.

13. Nehdi, I.A., Hadj-Kali, M.K., Sbihi, H.M., Tan, C.P. & Al-Resayes, S.I. (2019). Characterization of Ternary Blends of Vegetable Oils with Optimal ω -6 / ω -3 Fatty Acid Ratios. *J Oleo Sci* 68 (11), 1041-1049. doi: 10.5650 / jos.ess19111. PMID: 31695014.

14. Vasilenko, V.N., Frolova, L.N., Kopylov, V.I., Dragun, M.V. & Rusina, K.Yu. (2015). Method of obtaining vegetable oil and protein product from a mixture of sunflower seeds, flax and milk thistle. Pat. 2558448. Russian Federation, published on 10.08.2015. (In Russ).

15. Prozorovskaya, N.N., Guseva, D.A., Shironin, A.V., Sanzhakov, M.A., Tikhonova, E.G. & Ipatova, O.M. (2010). Special vegetable oil based on a mixture of flax, sesame and milk thistle seeds with a ratio of omega-3 and omega-6 PUFAs (1: 6-1: 8) and a method for its production. Pat. 2402912. Russian Federation, published on 10.10.2010. (In Russ).

16. Prozorovskaya, N.N., Guseva, D.A., Shironin, A.V., Sanzhakov, M.A., Tikhonova, E.G. & Ipatova, O.M. (2010). Special vegetable oil based on a mixture of flax, sesame and milk thistle seeds with a ratio of omega-3 and omega-6 PUFAs (1: 1.4-1: 1.6) and a method for its production. Pat. 2402911. Russian Federation, published on 10.10.2010. (In Russ).

17. Prozorovskaya, N.N., Guseva, D.A., Shironin, A.V., Sanzhakov, M.A., Tikhonova, E.G. & Ipatova, O.M. (2010). Special vegetable oil based on a mixture of flax, sesame and milk thistle seeds with a ratio of omega-3 and omega-6

PUFAs (1: 3-1: 4) and a method for its production). Pat. 2558448. Russian Federation, published on 10.10.2010. (In Russ).

18. Simakova, I.V., Perkel, R.L., Kutkina, M.N. & Volovey, A.G. (2014). Biological assessment of the safety of deep-frying fats in a clinical experiment on animals. *Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov*, (8), 57-62. (In Russ).

19. Abdel-razek, Adel, Hassanein, Minar, Rudzińska, Magdalena, Ratusz, Katarzyna & Siger, Aleksander. (2014). Blending of some vegetable oils for achieving more bioactive phytonutrients components and oxidative stability. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/320130773_Blending_of_some_vegetable_oils_for_achieving_more_bioactive_phytonutrients_components_and_oxidative_stability. doi: 10.13140/RG.2.2.21494.29762.

20. Hashempour, Fataneh, Torbati, Mohammadali, Azadmard-Damirchi, Sodeif & Savage, Geoffrey. (2016). Vegetable Oil Blending: A Review of Physicochemical, Nutritional and Health Effects. *Trends in Food Science & Technology*. 57. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/308392352_Vegetable_Oil_Blending_A_Review_of_Physicochemical_Nutritional_and_Health_Effects. doi: 10.1016 / j.tifs.2016.09.007.

21. Kotliar, Ye., Topchiy, O., Kyshenia, A., Polumbryk, M., Garbazyh, K., Lanzhenko, L., Bogdan, M., Yasko, V. & Honcharenko, T. (2018). Development of technology for fortified blended vegetable oils and their identification by fatty acid and vitamin composition. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 3 (11 (93)), 32-43 Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-vitaminizirovannyh-kupazhirovannyh-rastitelnyh-masel-i-identifikatsiya-po-zhimokislomnomu-i-vitaminnomu>. (In Russ).

22. Timakova, P.T., Ilyukhina, Yu.V. (2020). Formation of the functional value of blended vegetable oils with d-vitamin activity. *T PPP APK* (3). Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-funktsionalnoy-tsennosti-kupazhirovannyh-rastitelnyh-masel-s-d-vitaminnoy-aktivnostyu>. (In Russ).

Information about the authors

E. Yu. Volf – Candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department of Food Technology of Saratov State Vavilov Agrarian University.

V. M. Kozyreva – master of the 2nd year of training of the Department of Food Technology of Saratov State Vavilov Agrarian University.

I. V. Simakova – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Food Technology of Saratov State Vavilov Agrarian University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 12.07.2021; одобрена после рецензирования 14.09.2021; принята к публикации 17.09.2021.

The article was received by the editorial board on 12 July 21; approved after editing on 14 Sep 21; accepted for publication on 17 Sep 21.