

УДК 665.1

DOI: 10.15587/1729-4061.2017.111451

Досліджено і уточнено склад жирних кислот рослинних олій холодного пресування. Розроблений і обґрунтований склад купажів на основі соняшникової олії з додаванням олій насіння рижію, льону та волоського горіху, що забезпечують раціональне співвідношення ω -3: ω -6 жирних кислот з точки зору їх вмісту у харчовому раціоні. Досліджено перебіг автокаталітичного окиснення купажів при зберіганні їх за температури 20 ± 2 °C за вільного доступу світла та повітря. Встановлено суттєве уповільнення швидкості накопичення пероксидів при купажуванні 45 % горіхової або 40 % рижієвої олії з відповідною кількістю соняшникової олії

Ключові слова: соняшникова олія, горіхова олія, рижієва олія, газова хроматографія, купажування, ω -3 поліненасичені жирні кислоти, ω -6 поліненасичені жирні кислоти, біологічна цінність, пероксидне число, антиокиснювальна стабільність

Исследован и уточнен состав жирных кислот растительных масел холодного пресования. Разработан и обоснован состав купажей на основе подсолнечного масла с добавлением масел семян рыжика, льна и грецкого ореха, которые гарантируют рациональное соотношение ω -3: ω -6 жирных кислот с точки зрения их содержания в пищевом рационе. Исследовано автокаталитическое окисление купажей при температуре хранения (20 ± 2) °C со свободным доступом света и воздуха. Установлено существенное замедление скорости накопления пероксидов и свободных жирных кислот при купажировании 45 % орехового или 40 % рыжикового масла с соответствующим количеством подсолнечного масла

Ключевые слова: подсолнечное масло, ореховое масло, рыжиковое масло, газовая хроматография, купажирование, ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты, ω -6 полиненасыщенные жирные кислоты, биологическая ценность, пероксидное число, антиокислительная стойкость

РАЗРАБОТКА КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ВЫСОКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТЬЮ И АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ

Т. Т. Носенко

Доктор технических наук, доцент*

E-mail: tamara_nosenko@ukr.net

Е. И. Шеманская

Кандидат технических наук, доцент*

E-mail: shemanska@ukr.net

В. А. Бахмач

Кандидат технических наук, доцент*

E-mail: nota_b@i.ua

Т. В. Сидоренко

Аспирант*

А. А. Демидова

Кандидат технических наук, доцент**

E-mail: ademidova2016@gmail.com

Т. А. Березка

Кандидат технических наук, доцент**

E-mail: berezka_tatyana_kpi@meta.ua

Т. В. Арутунян

Кандидат технических наук, доцент**

E-mail: tatyana.arutunyan@gmail.com

Д. В. Матюхов

Кандидат технических наук, доцент**

E-mail: dmliamge@gmail.com

*Кафедра технологии жиров и

парфюмерно-косметических продуктов

Национальный университет пищевых технологий

ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601

**Кафедра технологии жиров и продуктов брожения

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»

ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002

1. Введение

Здоровье и увеличение продолжительности жизни человека – одна из самых важных медицинских и социальных проблем в настоящее время. Особая роль в решении этой проблемы принадлежит рациональному питанию. В этой связи актуальным является создание функциональных продуктов, содержащих необходи-

мые нутриенты, а вкус и внешний вид которых не отличаются от традиционных [1].

Жиры и масла являются не только источником энергии и пластических веществ, но и важным источником физиологически функциональных ингредиентов, таких как полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), витамины, фосфолипиды и другие биоактивные компоненты. Содержание основных полине-

насыщенных жирных кислот, в первую очередь линолевой (C18:2) и линоленовой (C18:3) кислот, является наиболее важным фактором биологической ценности растительного масла. Линолевая кислота является основным представителем семейства полиненасыщенных жирных кислот омега-6 (ω -6), а α -линоленовая кислота – омега-3 (ω -3). Полиненасыщенные жирные кислоты выполняют важные биологические функции. В первую очередь они являются компонентами фосфолипидов всех клеточных мембран, которые регулируют передачу импульсов и работу рецепторов. Кроме того, фосфолипиды – предшественники синтеза липидных гормонов (эйкозаноидов), которые важны для регуляции многих физиологических процессов [2–4].

Омега-3 жирные кислоты стимулируют работу иммунной системы, снижают свертываемость крови, уровень триацилглицеролов (TAG) в крови и риск ишемической болезни сердца [5–7]. Известно, что человеческие и животные организмы не синтезируют линолевую и линоленовую кислоты, они могут поступать только из пищи.

Актуальность данной работы заключается в необходимости разработки купажей растительных масел, соотношение полиненасыщенных жирных кислот (ω -3 и ω -6) в которых близко к рекомендациям диетологов. Важнейшей задачей является также создание смесей растительных масел, которые содержат полиненасыщенные жирные кислоты, а также имеют высокую стойкость к окислению.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи

Несмотря на то, что большинство ученых придерживаются мнения, что биологическая эффективность липидов зависит от содержания омега-3 жирных кислот, остается дискуссионным вопрос относительно оптимального соотношения отдельных классов липидов в рационе человека. Согласно рекомендациям Института питания Российской академии медицинских наук РАМН (Россия), соотношение ω -3: ω -6 поли-ненасыщенных жирных кислот в рационе здорового человека должно составлять 1:10, а в лечебном питании – от 1:3 до 1:5 [8]. На основании большинства клинических и экспериментальных исследований рекомендовано соотношение ω -3 и ω -6 в рационе человека равным от 1:4 до 1:2 [3, 4, 9]. Британский фонд питания считает идеальным соотношением между семействами ПНЖК ω -3 и ω -6 как 1:6 [4]. Для достижения этого соотношения населению Великобритании рекомендуется увеличить потребление жирной рыбы, содержащей значительное количество ПНЖК семейства ω -3. По мнению автора работы [10], потребление жирной рыбы два раза в неделю снижает риск стенокардии и фибрилляции предсердий на 50 % у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Семейство жирных кислот ω -6 включает линолевую (C18:2), γ -линоленовую (C18:3) и арахидоновую (C20:4) кислоты. Линолевая кислота может быть удлинена *in vivo* до арахидоновой кислоты, а последняя является предшественником образования эйкозаноидов. В большинстве традиционных растительных масел преобладает линолевая кислота. Исключение составляет оливковое масло, в котором преобладает олеиновая кислота (ω -9), способствующая снижению уровня

холестерина в плазме и необходимая для баланса полиненасыщенных жирных кислот в организме.

Три незаменимые жирные кислоты (эйкозапентаеновая (C20:5), докозагексаеновая (C22:6) и α -линоленовая (C18:3)) относятся к семейству полиненасыщенных жирных кислот ω -3. α -линоленовая кислота путем удлинения и десатурации превращается в эйкозапентаеновую кислоту – предшественника синтеза эйкозаноидов. Докозагексаеновая кислота – важный структурный компонент фосфолипидов клеточных мембран.

Эйкозаноиды, синтезированные из полиненасыщенных жирных кислот ω -3 и ω -6, имеют разные структуры и биологическое действие [10]. Эйкозаноиды, образованные из ω -3 жирных кислот (простагландины PGE3, PGI3, тромбоксан TXA3 и лейкотриены LTC5, LTD5, LTE5), интенсифицируют кровообращение, расширяют кровеносные сосуды, обладают противовоспалительным, антиаллергическим и тромболитическим эффектом.

И наоборот, эйкозаноиды, синтезированные из ω -6 арахидоновой кислоты (простагландины PGE2, PGI2, тромбоксан TXA2 и лейкотриены LTC4, LTD4, LTE4), способствуют развитию воспаления, аллергии, агрегации тромбоцитов, образованию тромбов и сужению кровеносных сосудов. Исключение составляет простагландин E1, который получен из γ -линоленовой кислоты (ω -6) и обладает противовоспалительным действием, а также снижает синтез гистамина, уменьшая аллергические реакции. Клинические исследования доказали, что дефицит основных полиненасыщенных жирных кислот (особенно ω -3) в клетках создает высокий потенциал воспаления [11]. Обнаружено также, что содержание ω -3 ниже 4 % в жирнокислотном рационе было связано с наибольшим риском смерти от ишемической болезни сердца [12].

Было высказано предположение, что для нормальной жизнедеятельности содержание арахидоновой кислоты в суточном рационе должно составлять 2 г, а избыток этой кислоты может привести к ряду неблагоприятных изменений обмена веществ [12]. Поэтому для эффективной метаболизации ω -3 ПНЖК существует необходимость блокировки источника синтеза арахидоновой кислоты [13].

Таким образом, опубликованные работы, касающиеся обогащения пищевого рациона ω -3 ПНЖК, направлены на исследование влияния потребления жирной рыбы на профилактику распространенных заболеваний. Существенно меньше внимания в исследованиях технологов и диетологов уделяется использованию растительных масел с высоким содержанием ω -3 ПНЖК для оптимизации пищевого рациона. Одной из причин этого может быть низкая антиокислительная стойкость таких растительных масел. Возможным решением проблемы есть создание купажей растительных масел с оптимальным содержанием ПНЖК и более высокой антиокислительной стойкостью. Это особенно актуально для населения с невысоким потреблением рыбных продуктов.

3. Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка купажей растительных масел с оптимальным с точки зрения здорового питания соотношением ω -6 и ω -3 ПНЖК и высокой антиокислительной стойкостью.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- исследование жирнокислотного состава распространенных растительных масел;
- разработка купажей растительных масел с оптимальным соотношением ω -6 и ω -3 ПНЖК;
- исследование антиокислительной стабильности разработанных купажей растительных масел с оптимальным соотношением ω -6 и ω -3 ПНЖК.

4. Материалы и методы определения состава жирных кислот и определения окислительной стабильности купажируемых смесей

4.1. Материалы

Исследованы растительные масла холодного пресования, представленные на потребительском рынке. А именно: подсолнечное, соевое, рапсовое, льняное, горчичное, рыжиковое, конопляное, амарантовое, кунжутное, кедровое, тыквенное, грецкого ореха, зародышей пшеницы, виноградных косточек, оливковое масло «Extra virgin».

4.2. Определение содержания жирных кислот в растительных маслах

Для приготовления метиловых эфиров жирных кислот 100 мг масла растворяли в 2 мл раствора (0,5 г/л) гидрокситолола (ВНТ) в гептане. Затем добавляли 100 мкл натрия в метанольном растворе (46 мг/мл), раствор перемешивали в течение 2 мин и экспонировали в течение 15 мин. Добавляли от 1 до 2 г гидросульфата натрия. Образцы фильтровали через безводный сульфат натрия и затем добавляли 2 мл раствора гептанового ВНТ. Полученный раствор фильтровали еще один раз через 0,45 мкм мембранный целлюлозный фильтр, который промывали 1 мл того же растворителя. Два фильтра объединяли и использовали для анализа.

Состав метиловых эфиров жирных кислот определяли с помощью газожидкостной хроматографии метиловых эфиров жирных кислот. Анализ проводили на газовом хроматографе Hewlett Packard модели HP 6890 с капиллярной колонкой HP-88 (88 % -цианопропилирил-полисилоксан, 100×0,25 мм, толщина пленки 0,25 мкм (Agilent Technologies)). Температура инжектора составляла 280 °С, детектора – 290 °С. Температурная программа скорости нагрева от 60 до 260 °С была следующей:

- выдерживание при 60 °С – 4 мин;
- нагрев от 60 до 150 °С при 4 °С/мин, выдерживание при 150 °С – 10 минут;
- нагрев от 150 до 180 °С при 3 °С/мин, выдерживание при 180 °С – 5 минут;
- нагрев от 180 до 190 °С при 3 °С/мин, выдерживание при 190 °С – 2 мин;
- нагрев от 190 до 230 °С при 3 °С/мин, выдерживание при 230 °С – 2 мин;
- нагрев от 230 до 260 °С при температуре 4 °С/мин, выдерживание при 260 °С – 2 мин.

Скорость газового носителя составляла 1,2 мл/мин, объем образца 1,0 мкл. Идентификацию жирных кислот проводили путем сопоставления времени удерживания со стандартной смесью метиловых эфиров жирных кислот (37 компонента FAME Mix, SUPELCO) [14, 15].

4.3. Определение стабильности окисления масляных смесей

Исследования окислительной стабильности смесей проводились во время хранения образцов при температуре (20±2) °С со свободным доступом света и воздуха. Смесей масел хранили в стеклянных чашках. Величины пероксидного числа образцов масла определялись каждые 7 дней согласно [16]. Измерение пероксидных чисел смесей прекращали, когда величина достигала 10 ммоль ½ О/кг.

В качестве контроля использовали подсолнечное масло.

5. Результаты оценки биологической ценности различных растительных масел и окислительной стабильности смесей растительных масел

Анализ состава жирных кислот 15 видов растительных масел показал, что только в некоторых из них соотношение ω -3: ω -6 соответствует рекомендованному диетологами (1:10, табл. 1). Это соевое, оливковое и масло из пшеничных зародышей. В то же время оливковое масло содержит незначительное количество полиненасыщенных жирных кислот и, в частности, ω -3 жирных кислот. Напротив, рапсовое, конопляное и горчичное масло имели высокое отношение ω -3: ω -6. Содержание ω -3 α -линоленовой кислоты в льняном и рыжиковом маслах выше, чем содержание линолевой кислоты и соотношение ω -3: ω -6, превышает 1. Таким образом, очевидно, что натуральные растительные масла не сбалансированы по содержанию жирных кислотных фракций так, как рекомендовано диетологами.

Таблица 1

Содержание основных фракций жирных кислот в исследуемых растительных маслах

Растительные масла	Жирные кислоты, %				Соотношение ω -3: ω -6
	Полиненасыщенные		Мононенасыщенные	Насыщенные	
	ω -3 (α -линоленовая)	ω -6 (линолевая)			
Подсолнечное	0,09	62,58	24,61	11,34	1:695
Соевое	5,73	55,60	21,36	15,64	1:10
Рапсовое	9,13	18,68	58,99	6,86	1:2
Кукурузное	0,65	44,90	43,1	11,31	1:69
Оливковое	0,59	7,12	72,06	15,53	1:12
Льняное	57,26	14,31	17,30	10,24	1:0,25
Рыжиковое	33,85	19,26	15,99	9,96	1:0,6
Конопляное	15,32	55,40	13,53	10,74	1:3,6
Горчичное	11,25	10,96	33,53	4,87	1:1
Амарантовое	1,31	53,75	23,97	17,83	1:41
Кунжутное	0,34	40,71	38,0	11,31	1:130
Тыквенное	0,14	58,38	21,47	19,71	1:417
Грецкого ореха	13,58	61,35	16,56	8,21	1:4,5
Зародышей пшеницы	6,69	57,03	14,86	18,24	1:8,5
Семян винограда	0,45	68,15	19,6	11,51	1:151

Для разработки смесей растительных масел со сбалансированным составом эссенциальных жирных кислот было использовано подсолнечное масло, как традиционное растительное пищевое масло, а также рыжиковое, льняное масла и масло грецкого ореха. Рыжиковое и льняное масла являются источниками α -линоленовой кислоты, а масло грецкого ореха используется в качестве наиболее сбалансированного масла согласно рекомендованному соотношению ω -3: ω -6. Состав жирных кислот масел, который был определен методом газовой хроматографии, представлен в табл. 2. Образцы подсолнечного, рыжикового, льняного масел и масла грецкого ореха анализировали три раза. Статистическая обработка результатов выполнена с использованием Microsoft Excel 2007 (Microsoft, г. Редмонд, США). Результаты были представлены как среднее значение \pm среднеквадратическое отклонение. Отклонения рассчитывались при уровне значимости $\alpha=0,95$ (табл. 2).

Таблица 2

Содержание основных жирных кислот в исследованных растительных маслах

Жирные кислоты	Растительные масла			
	льняное	рыжиковое	грецкого ореха	подсолнечное
Пальмитиномвая (C16:0)	4,7 \pm 0,01	5,8 \pm 0,02	6,1 \pm 0,02	6,7 \pm 0,02
Пальмитол олеиновая (C16:1)	0,1 \pm 0,0003	0,1 \pm 0,0003	0,1 \pm 0,0003	0,1 \pm 0,0003
Стеариновая (C18:0)	5,2 \pm 0,02	2,4 \pm 0,007	2,1 \pm 0,006	3,5 \pm 0,01
Олеиновая (C18:1 ω -9)	17,3 \pm 0,05	15,9 \pm 0,05	16,6 \pm 0,05	24,6 \pm 0,07
(C18:1n11)	0,6 \pm 0,002	0,9 \pm 0,003	–	1,1 \pm 0,003
Линолевая (C18:2 ω -6)	14,3 \pm 0,04	19,3 \pm 0,06	61,3 \pm 0,2	62,6 \pm 0,2
α -линоленовая (C18:3 ω -3)	57,3 \pm 0,2	33,8 \pm 0,1	13,6 \pm 0,04	0,09 \pm 0,0003
Арахидиновая (C20:0)	0,2 \pm 0,001	1,3 \pm 0,004	0,1 \pm 0,0003	0,2 \pm 0,001
Гондоиновая (C20:1 ω -9)	–	14,1 \pm 0,04	0,2 \pm 0,001	0,2 \pm 0,001
Бегеновая (C22:0)	0,1 \pm 0,0003	0,3 \pm 0,001	0,03 \pm 0,0001	0,6 \pm 0,002
Эруковая (C22:1)	–	2,7 \pm 0,01	–	–
Насыщенные (НЖК)	10,2 \pm 0,03	9,96 \pm 0,03	8,2 \pm 0,03	11,3 \pm 0,03
Ненасыщенные (ННЖК) в том числе: полиненасыщенные (ПНЖК)	89,5 \pm 0,3 71,6 \pm 0,2	86,9 \pm 0,3 53,1 \pm 0,2	91,5 \pm 0,3 74,9 \pm 0,2	88,7 \pm 0,3 62,7 \pm 0,2
мононенасыщенные (МНЖК)	17,9 \pm 0,05	33,8 \pm 0,1	16,6 \pm 0,05	25,7 \pm 0,08
ПНЖК: МНЖК:НЖК	72:18:10	53:34:10	75:17:8	63:26:11
Соотношение ω -3: ω -6	1:0,25	1:0,6	1:4,5	1:695

Согласно данным, представленным в табл. 2, подсолнечное масло практически не содержит линоленовую кислоту, тогда как в других исследуемых маслах эта ω -3 кислота содержится в довольно высоком количестве (13,6–57,3 %). В связи с этим были разработаны смеси подсолнечного масла и одного из так называемых « ω -3» масел – рыжикового, льняного или масла грецкого ореха. Состав смесей рассчитан математически, рассчитанные отношения ω -3: ω -6 жирных кислот представлены в табл. 3. Соотношения жирных кислот, представленные в табл. 3, рассчитаны на основании данных табл. 2. Значения этих соотношений для 30 смесей подсолнечного масла с одним из « ω -3» масел зависели от вида и содержания масла « ω -3» и варьировали от 1:82 до 1:1,3. На основании значений соотношения ω -3: ω -6 ПНЖК было отобрано три смеси для исследований, а именно: 55 % подсолнечного масла и 45 % масла грецкого ореха (1), 75 % подсолнечного масла и 25 % льняного масла (2) и 60 % подсолнечного масла и 40 % рыжикового масла (3). Соотношение ω -3: ω -6 составляло 1:10 для смеси 1; 1:3,5 для смеси 2 и 1:3,3 – для смеси 3.

Таблица 3

Расчетные соотношения ω -3: ω -6 ПНЖК в смесях растительных масел

№ смеси	содержание « ω -3 масла» в смесях (смеси подсолнечного и « ω -3 масла»)	ω -3 масло		
		грецкого ореха	льняное	рыжиковое
1	50	1:9	1:1.3	1:2.4
2	45	1:10	1:1.6	1:2.7
3	40	1:11	1:1.9	1:3.3
4	35	1:13	1:2.3	1:3.8
5	30	1:15	1:2.8	1:4.7
6	25	1:18	1:3.5	1:5.9
7	20	1:22	1:4.6	1:7.6
8	15	1:29	1:6.4	1:10.5
9	10	1:50	1:9.9	1:16.2
10	5	1:82	1:20.4	1:34.1

Наличие ω -3 ПНЖК в жирах увеличивает их биологическую ценность, но в то же время, приводит к повышению скорости окисления, чем выше содержание ω -3 ПНЖК, тем более высока скорость окисления масла. Как следует из рис. 1, скорость увеличения пероксидного числа исследуемых смесей при свободном доступе воздуха и света отличалась. Наибольшую скорость накопления пероксидов имела смесь 2 (ω -3: ω -6=1:3,3), значение пероксидного числа достигало 10 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг в течение 21 дня (рис. 1). Такое же значение пероксидного числа подсолнечного масла было обнаружено после 22 дней хранения, несмотря на отсутствие линоленовой кислоты.

Наиболее длительный период (27,5 дней) окисления до значения пероксидного числа 10 ммоль $\frac{1}{2}$ O/кг имел купаж, содержащий 45 % масла грецкого ореха (1), что обусловлено содержанием антиоксидантов в масле грецкого ореха, в основном токоферолов. Близкий период окисления имел образец № 3, составивший 25,7 дня. Очевидно, что повышение окислительной стабильности этой смеси было вызвано наличием антиоксидантов рыжикового масла.

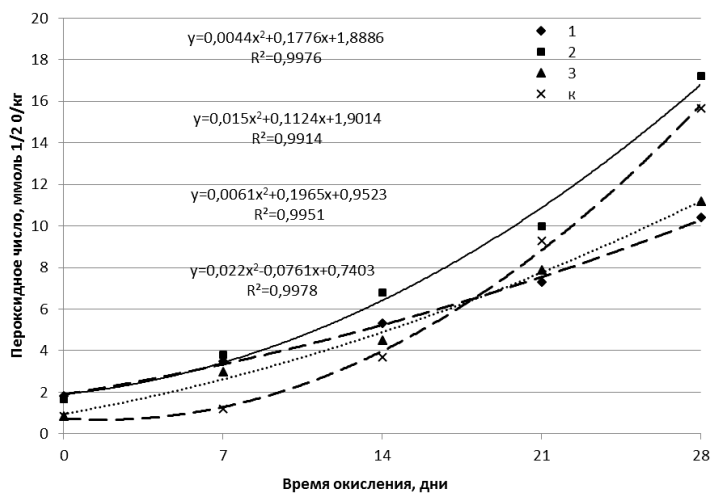


Рис. 1. Изменение перексидного числа подсолнечного масла и смесей на его основе, К — подсолнечное масло, № 1 — 55 % подсолнечного масла + 45 % масла грецкого ореха, № 2 — 75 % подсолнечного масла + 25 % льняного масла, № 3 — 60 % подсолнечного масла + 40 % рыжикового масла

Таким образом, смеси подсолнечного масла и грецкого ореха или рыжика имели самый длительный период окисления и, следовательно, самый продолжительный срок годности.

6. Обсуждение результатов влияния химического состава масел на их окислительную стабильность

Исследование автокаталитического окисления масляных смесей при их хранении при $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ со свободным доступом света и воздуха показало, что смесь подсолнечного масла с льняным маслом обладает самой низкой устойчивостью к окислению. Несмотря на это, такая смесь может быть рекомендована для коррекции липидного обмена у пациентов с диабетом II типа и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Смеси с льняным маслом не могут быть рекомендованы для длительного хранения. Однако срок годности таких смесей может быть увеличен в условиях, которые предотвращают их окисление (низкая температура, исключение доступа кислорода).

Более того, существуют данные, свидетельствующие, что даже в течение 6 месяцев хранения значение перексидного числа льняного масла увеличивалось несущественно [17].

Смесь подсолнечного масла с маслом грецкого ореха (1) или рыжика (3) были более устойчивы к окислению, чем смесь № 2 или подсолнечное масло само по себе. Ранее было показано [18], что рыжиковое масло, хранящееся в течение 28 дней при 22°C , имело достаточно низкое значение перексидного числа в конце хранения. Значительное увеличение накопления пероксидов наблюдалось через 14 дней при температуре хранения 42°C .

Полученные данные свидетельствуют о том, что добавление рыжикового масла улучшает антиокислительную способность исследуемой смеси. Вероятно, это связано с присутствием в рыжиковом масле таких фенольных соединений, как синапиновая кислота и ее производные. В работах [19, 20] показано, что эти соединения обладают высокими антиоксидантными свойствами.

Среди производных синапиновой кислоты особое значение имеет канолл (4-винил, 2,6-диметоксифенол), который продемонстрировал более высокие антиоксидантные способности, противораковые и антимуутагенные свойства, чем α -токоферол и флавоноиды.

Высокая окислительная стабильность смеси подсолнечного и масла грецкого ореха может быть результатом низкого (13,6%) содержания α -линоленовой кислоты и высокого содержания α -токоферола в ореховом масле.

Полученные данные доказали, что окислительная стабильность жиров зависит не только от состава жирных кислот, но и от химического состава в целом и от наличия природных антиоксидантов в растительных маслах.

Разработанные купажи подсолнечного с рыжиковым маслом или маслом грецкого ореха имеют более высокую биологическую ценность и близкое к оптимальному соотношение ω -3: ω -6 полиненасыщенных жирных кислот. Данные купажи рекомендованы для непосредственного употребления в пищу, а также для приготовления салатных соусов. Продолжением данных исследований может быть создание новых купажей растительных масел с необходимым соотношением незаменимых жирных кислот.

7. Выводы

1. Доказано, что натуральные растительные масла не сбалансированы по содержанию жирно кислотных фракций с точки зрения современных требований к рациональному питанию. Исследование состава жирных кислот 15 видов растительных масел показало, что только соевое, оливковое и масло из пшеничных зародышей имеют соотношение ω -3: ω -6 ПНЖК, близкое к рекомендованному диетологами (1:10).

2. Разработан купаж 55 % подсолнечного масла и 45 % масла грецкого ореха имеет соотношение ω -3: ω -6, близкое к рекомендованному для здорового питания — 1:10. Для оздоровительного питания рекомендованы купажи с более высоким соотношением ω -3 и ω -6 ПНЖК: 75 % подсолнечного масла и 25 % льняного масла (ω -3: ω -6=1:3,5) и 60 % подсолнечного и 40 % рыжикового масла (ω -3: ω -6=1:3,3).

3. Смеси растительных масел (55 % подсолнечного и 45 % масла грецкого ореха, а также 60 % подсолнечного и 40 % рыжикового масла) имели наиболее высокую стойкость к окислению.

Литература

- Gibson, G. R. Functional food: concept to product [Text] / G. R. Gibson, C. M. Williams. – CRC Press, 2000. – 356 p.
- Dittrich, M. Benefits of foods supplemented with vegetable oils rich in α -linolenic, stearidonic or docosahexaenoic acid in hypertriglyceridemic subjects: a double-blind, randomized, controlled trail [Text] / M. Dittrich, G. Jahreis, K. Bothor, C. Drechsel,

- M. Kiehntopf, M. Blüher, C. Dawczynski // *European Journal of Nutrition*. – 2014. – Vol. 54, Issue 6. – P. 881–893. doi: 10.1007/s00394-014-0764-2
3. Calder, P. C. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes [Text] / P. C. Calder, P. Yaqoob // *BioFactors*. – 2009. – Vol. 35, Issue 3. – P. 266–272. doi: 10.1002/biof.42
 4. Calder, P. C. Understanding Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids [Text] / P. C. Calder, P. Yaqoob // *Postgraduate Medicine*. – 2009. – Vol. 121, Issue 6. – P. 148–157. doi: 10.3810/pgm.2009.11.2083
 5. Fürst, P. Fish oil emulsions: what benefits can they bring? [Text] / P. Fürst, K. S. Kuhn // *Clinical Nutrition*. – 2000. – Vol. 19, Issue 1. – P. 7–14. doi: 10.1054/clnu.1999.0072
 6. Kris-Etherton, P. M. Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease [Text] / P. M. Kris-Etherton // *Circulation*. – 2002. – Vol. 106, Issue 21. – P. 2747–2757. doi: 10.1161/01.cir.0000038493.65177.94
 7. Riediger, N. D. A Systemic Review of the Roles of n-3 Fatty Acids in Health and Disease [Text] / N. D. Riediger, R. A. Othman, M. Suh, M. H. Moghadasian // *Journal of the American Dietetic Association*. – 2009. – Vol. 109, Issue 4. – P. 668–679. doi: 10.1016/j.jada.2008.12.022
 8. Belemets, T. Optimization of composition of blend of natural vegetable oils for the production of milk-containing products [Text] / T. Belemets, N. Yushchenko, A. Lobok, I. Radzievskaya, T. Polonskaya // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – Vol. 5, Issue 11 (83). – P. 4–9. doi: 10.15587/1729-4061.2016.81405
 9. Morlion, B. J. P.98 What is the optimum ω -3 to ω -6 fatty acid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in postoperative trauma? [Text] / B. J. Morlion, E. Torwesten, K. Wrenger, C. Puchstein, P. Fürst // *Clinical Nutrition*. – 1997. – Vol. 16. – P. 49. doi: 10.1016/s0261-5614(97)80222-1
 10. Din, J. N. Omega 3 fatty acids and cardiovascular disease--fishing for a natural treatment [Text] / J. N. Din // *BMJ*. – 2004. – Vol. 328, Issue 7430. – P. 30–35. doi: 10.1136/bmj.328.7430.30
 11. Титов, В. Н. Общность атеросклероза и воспаления: специфичность атеросклероза как воспалительного процесса [Электронный ресурс] / В. Н. Титов // *Российский кардиологический журнал*. – 1999. – № 5. – Режим доступа: <http://medi.ru/doc/6690510.htm>
 12. Harris, W. S. The omega-3 index as a risk factor for coronary heart disease [Text] / W. S. Harris // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2008. – Vol. 87, Issue 6. – P. 1997S–2002S.
 13. Nosenko, T. Rape Seeds as a Source of Feed and Food Proteins [Text] / T. Nosenko, T. Kot, V. Kichshenko // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2014. – Vol. 64, Issue 2. doi: 10.2478/pjfn-2013-0007
 14. ДСТУ 5509-2002 (ISO 5509:2000, IDT). Жиры животные и растительные масла. Приготовление метиловых эфиров жирных кислот [Текст]. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 26 с.
 15. ДСТУ 5508-2001 (ISO 5508:1990, IDT). Жиры и масла животные и растительные. Анализ методом газовой хроматографии метиловых эфиров жирных кислот [Текст]. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 14 с.
 16. ДСТУ 4570:2006. Растительные жиры и масла. Метод определения перексидного числа [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 10 с.
 17. Prescha, A. The Antioxidant Activity and Oxidative Stability of Cold-Pressed Oils [Text] / A. Prescha, M. Grajzer, M. Dedyk, H. Grajeta // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2014. – Vol. 91, Issue 8. – P. 1291–1301. doi: 10.1007/s11746-014-2479-1
 18. Saga, L. C. Oxidative Stability of Polyunsaturated Edible Oils Mixed With Microcrystalline Cellulose [Text] / L. C. Saga, E.-O. Rukke, K. H. Liland, B. Kirkhus, B. Egeland, J. Karlsen, J. Volden // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2011. – Vol. 88, Issue 12. – P. 1883–1895. doi: 10.1007/s11746-011-1865-1
 19. Thiyam-Holländer, U. Rapeseed and Canola Phenolics [Text] / U. Thiyam-Holländer, K. Schwarz // *Canola and Rapeseed*. – 2012. – P. 277–298. doi: 10.1201/b13023-16
 20. Siger, A. Antioxidant (Tocopherol and Canolol) Content in Rapeseed Oil Obtained from Roasted Yellow-Seeded Brassica napus [Text] / A. Siger, M. Gawrysiak-Witulska, I. Bartkowiak-Broda // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2016. – Vol. 94, Issue 1. – P. 37–46. doi: 10.1007/s11746-016-2921-7