

Специализированные смеси масел для лечения и профилактики заболеваний нарушения липидного обмена

Григорьева Валентина Николаевна

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»

Адрес : 191118, город Санкт-Петербург, ул. Черняховского, д. 10

E-mail: grigorieva@vniig.org

Гапонова Лилия Валентиновна

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»

Адрес : 191118, город Санкт-Петербург, ул. Черняховского, д. 10

E-mail: dietotherapy@vniig.org

Полежаева Татьяна Андреевна

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»

Адрес : 191118, город Санкт-Петербург, ул. Черняховского, д. 10

E-mail: polezhaevata@yandex.ru

Матвеева Галина Алексеевна

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»

Адрес : 191118, город Санкт-Петербург, ул. Черняховского, д. 10

E-mail: galinamatveeva57@mail.ru

Разработка масел для специализированного питания больных с нарушениями липидного обмена (ожирение, метаболический синдром, онкологические заболевания и так далее) является чрезвычайно важной для диетического лечения данных патологий. Основные аспекты разработки специализированных продуктов питания: выбор качественного сырья с адекватным нутриентным составом и соответствующего требованиям действующих регламентов и нормативов для него, составление сбалансированных рецептур отвечающих медико-биологическим требованиям, разработка технологий позволяющая сохранить все полезные свойства исходного сырья. При разработке специализированных смесей растительных масел особое внимание уделялось подбору сырья, составлению рецептур смесей, сбалансированных по жирнокислотному и витаминному составу и обладающих оптимальными физико-химическими и органолептическими показателями с учётом взаимного влияния компонентов, позволяющего получить смеси, устойчивые к окислению; составление технологической схемы производства смесей масел с отработкой технологических параметров, обеспечивающих максимальную сохранность биологически ценных веществ исходного сырья, предотвращение образования физиологически неблагоприятных веществ.

Ключевые слова: смеси растительных масел, специализированные продукты, метаболический синдром, онкологические заболевания, рецептуры, технологии

Введение

Смеси растительных масел (липидные композиции) повышенной биологической ценности, составленные с учётом их жирнокислотного состава, и отвечающие требованиям к диетам людей, страдающих нарушениями липидного

обмена, являются важным компонентом их питания. В зависимости от состава масел, смеси могут использоваться как салатные масла; компоненты диетических продуктов, включая десерты для приготовления горячих блюд и выпечки, в рецептурах смесей диетического и профилактического назначения. При выборе масел предпочтение отдают масличным культурам,

богатым эссенциальными компонентами, среди которых, в первую очередь можно выделить лён, сурепку, рапс, рыжик, подсолнечник, сою, кедр, грецкий орех, чиа, семена тыквы, бурачника, и другие. Жирнокислотный и витаминный состав масел являются определяющими критериями при их отборе. Предпочтение следует также отдавать растительным маслам первого (холодного) отжима, поскольку процесс извлечения масла ведётся при низких температурах с минимальным воздействием на компоненты.

Важное место в специализированном лечебном и профилактическом питании занимает использование масел со сбалансированным жирнокислотным составом. Недостаток и дисбаланс незаменимых жирных кислот в организме приводит к нарушениям обменных процессов человека, что проявляется широким распространением такого заболевания как метаболический синдром и, как следствие, онкологических заболеваний, которые являются одной из главных причин инвалидизации и ранней смертности населения земного шара. Поскольку практически ни одно масло не обладает оптимальным жирнокислотным составом, встаёт задача разработки специализированных смесей масел со сбалансированным жирнокислотным профилем.

Цель исследования – разработка рецептур специализированных смесей масел (липидных композиций) для лечения и профилактики нарушений липидного обмена с оптимальным жирнокислотным и витаминным составом, устойчивых к окислению при производстве и хранении, полученных с использованием современных технологий и натуральных компонентов, обладающих биологически активными и антиоксидантными свойствами.

Задачи исследования

- теоретически обосновать выбор сырья и технологических параметров производства специализированных смесей масел для лечения и профилактики нарушений липидного обмена;
- разработать рецептуры смесей растительных масел, максимально приближенных к жирнокислотному составу эталона специализированных продуктов для лечения и профилактики нарушений липидного обмена;
- разработать технологию производства специализированных смесей растительных масел для лечения и профилактики нарушений липидного обмена.

Теоретическое обоснование

Согласно существующей терминологии растительные масла содержат несколько видов биологически ценных жирных кислот (ЖК): среднецепочечные ЖК (C_{12} - C_{14}), моно- ($C_{18:1}$) и полиненасыщенные ЖК (ряд омега-6 (ω -6) (линолевая $C_{18:2}$, γ -линоленовая $C_{18:3}$, арахидоновая $C_{20:4}$) и омега-3 (ω -3) (α -линоленовая $C_{18:3}$, эйкозапентаеновая $C_{22:6}$, докозагексаеновая $C_{20:5}$) (Шендеров, 2008, с. 77-130).

Жирнокислотный состав масел определяет принадлежность масел к одной из семи групп: лауриновая, пальмитиновая, олеиновая, олеиново-линолевая, линоленовая, эруковая, линолевая (Терещук, Старовойтова, Долголюк, Тарлюн, 2015, с. 20-23).

Масла олеиново-линолевой, линолевой и линоленовой групп содержат в больших количествах жирные кислоты ряда ω -3, ω -6 и ω -9, которые являются основными группами полиненасыщенных жирных кислот. Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты являются эссенциальными жирными кислотами, не синтезирующимися в организме, и должны поступать в него вместе с пищей (Ипатова, 2009, с. 92-95; Кеца, Марченко, 2014, с. 27-31).

Смешивание масел остаётся наиболее доступным и простым способом получения липидных композиций с улучшенным липидным и витаминным профилем. Основными проблемами при смешивании масел остаётся разработка рецептур и отработка технологических параметров, обеспечивающих стабильность липидов к окислению в процессе производства и хранения (Гапонова, Полежаева, Матвеева, 2015, с. 59-61).

Присутствие в масле свободных жирных кислот, моно- и диацилглицеринов ускоряет окисление. Их активность к окислению располагается в ряд:

моноацилглицерины - диацилглицерины - свободные жирные кислоты

Ряд факторов, среди которых следует упомянуть липидный профиль; температурные режимы; воздействие излучений, в том числе естественного освещения; наличие кислорода, особенно его активных форм; содержание влаги в масле влаги, несвязанных жирных кислот, моно- и диацилглицеролов, металлов, перекисей и нативных биологически активных веществ (фосфолипиды, токоферолы, каротиноиды, биофлавоноиды и

другие), взаимодействуют друг с другом и оказывают влияние на стойкость масел к окислению (Лисицын, 2019, с. 12-15).

При контакте поверхности масла с воздухом происходит растворение его в объёме масла, причём в нормальных условиях количество кислорода достигает 1,3 моль/л. Содержание кислорода в нерафинированном масле выше, чем в рафинированном. 1 г соевого масла в нормальных условиях может содержать до 55 микрограмм кислорода, и этого достаточно для окисления масла в темноте с повышением перекисного числа до 10 мэкв/кг. Основные пути попадания кислорода в масло при отсутствии перемешивания - диффузия, в том числе и при хранении при низких температурах и вбратывание кислорода при перемешивании, особенно при высоких температурах. Так, для подсолнечного масла коэффициент диффузии равен $0,8 \cdot 10^5$ см²/с.

Главной мишенью воздействия кислорода в маслах являются ненасыщенные жирные кислоты. Исследованиями установлено, что скорости расходования растворённого кислорода на реакции окисления, протекающие в растительных маслах, возрастают с температурой с различной интенсивностью для разных масел (Таблица 1). Скорость окисления масла связана с наличием в нём про- и антиоксидантов и при комнатной температуре в темноте колеблется в пределах 0,04-2,09 мг/л·час (Руководство по предотвращению окисления масла, 1997, с. 112-114).

Установлено, что скорость расходования маслом растворённого кислорода растёт с увеличе-

нием перекисного числа масла. Значительное увеличение скорости расходования кислорода наблюдается при перекисном числе более 20 ммоль/кг.

Кроме первичных продуктов окисления в процесс окисления масел вносят вклад нелетучие полимерные продукты окисления. За появление постороннего привкуса и запаха в окисленных пищевых маслах ответственна большая часть продуктов распада гидроперекисей. Природа этих соединений различается в зависимости от вида масел и технологии получения и хранения. Это могут быть как альдегиды, углеводороды и кетоны, так и свободные жирные кислоты, в том числе свободные полиненасыщенные кислоты типа клупанодоновой (Brimberg, Kamal-Eldin, 2003, p. 83-91.).

В Таблице 2 представлены данные о влиянии степени окисления масел на органолептические показатели (Руководство по предотвращению окисления масла, 1997, с. 112-114; Warner, Evans, List, Dupuy, Wadsworth, Cohen, 2008, p. 252-256).

Традиционным способом оценки качества растительных масел является органолептическая проба. Метод органолептической оценки «AOCS Flavor Nomenclature and Standards Com» является основным, принятым в мировой практике. Специфика его состоит в учёте постепенного изменения показателей дезодорированного масла (Waltking, 2002, p. 116-120).

Представляет интерес взаимосвязь между отклонениями в технологическом режиме и характером

Таблица 1

Зависимость скорости расходования растворённого кислорода на реакции окисления, протекающие в маслах

Наименование масла	Скорости расходования кислорода, ммоль/л, ч				
	t=20°C	t=60°C	t=80°C	t=100°C	t=120°C
Подсолнечное	0,013	0,066	0,201	0,420	1,300
Хлопковое	0,018	0,200	0,380	0,960	2,200
Соевое	0,011	0,030	0,330	0,620	0,860

Таблица 2

Взаимосвязь между перекисным числом и органолептикой масла

Вид масла	Перекисное число, мэкв О ₂ /кг	Запах и вкус
Нерафинированное	16,38-19,50	Появляется слабоолеистый привкус ^{*)}
Гидратированное	16,36-23,4	-“-
Рафинированное	17,9-23,4	-“-
Дезодорированное	0,55 - 6,6	-“-

^{*)} При более высоких П.Ч. свойственный олеистому вкус стабилизируется.

вкусовых изменений в масле. Предлагаемая шкала оценки опробована во ВНИИЖиров и предложен уточнённый вариант 10-балльной шкалы органолептической оценки дезодорированного масла с градацией качества (Губман, Аскинази, Калашёва, 1988, с. 3-8).

Изучение физической растворимости кислорода в маслах различной природы показало, что независимо от жирнокислотного состава (соевое, подсолнечное, оливковое, хлопковое), содержания фосфатидов (в интервале 0,03-1,05%), свободных жирных кислот (в интервале 0,1-3,5%) – пределы изменения величин данного показателя практически одинаковые (в пределах 0,3-1,0% – для форпрессового и 0,3-0,5% – для экстракционного). В ряде случаев при коротком, но интенсивном перемешивании масла, слива струи масла в атмосфере кислорода, кислород не успевает израсходоваться и равномерно распределяется в массе масла. В дальнейшем он может вступать в реакцию с образованием гидроперекисей. В случае ограниченного объёма масла и кислорода кислород расходуется на окисление и образуется вакуум, что имеет место в герметичных бутылках и металлических бочках. Поскольку в маслах содержатся не только ненасыщенные жирные кислоты триацилглицеринов, но и ряд других веществ (стеролы, фосфатиды, хлорофилл, каротиноиды), вступающих в химическое взаимодействие с кислородом, то это сказывается на изменении концентрации растворённого кислорода, переносимого диффузионным путём (Лисицын, 2019, с. 12-15; Andersson, Lingnert, 1999, p. 262-266).

В маслах присутствуют антиоксиданты различной природы, замедляющие окисление. Наиболее эффективными являются антиоксиданты, прерывающие свободно-радикальную цепную реакцию.

К фенольным антиоксидантам относятся токоферолы, полифенолы, фенольные кислоты, лигнаны. Растворимость флавоноидов в маслах низка и их роль в реакциях окисления масел и жиров незначительна. Лигнаны (фитоэстрогены-стероидные гормоны) – производные фенилаланина, включают сезамол, сезамин, сезаминол, сезамолнол,

сезамоллин. Фуурофурановые лигнаны – сезамин, сезаминол, сезамоллин и сезамолнол (около 0,3-0,5%) наибольшее количество их содержатся в кунжутном масле (также присутствуют в льняном, соевом). Эти лигнаны в своих формулах имеют общую часть – называемую сезамолом (сезамол представляет собой фенольное соединение 1,3-Benzodioxol-5-ol) (Choe, Min, 2006, p. 169-186).

Каротиноиды – полиеновые терпеноиды, имеющие трансдвойные связи (β -каротин, ликопин) и ксантофиллы (лютеин, зеаксантин, капсантин, остраксантин), содержащие кислород в форме гидроксид-, оксо- или эпокси-групп. Каротиноиды растворимы в маслах и жирах. Исследование скорости взаимодействия с кислородом нативных фосфолипидов, каротинов и стеролов в 1% растворах в бензоле, насыщенном кислородом (содержание растворенного кислорода $2.0 \cdot 10^{-3}$ ммоль/л), при температуре 20°C и атмосферном давлении позволили рассчитать скорости расходования кислорода в реакциях окисления (Beutner, Bloedorn, Trixel, Blanco, Hoffmann, Martin, Mager, Noack, Ruck, Schmidt, Schalke, Sell, Stahl, Walsh, 2001, p. 559-569).

Результаты показали, что по скорости расходования кислорода изученные компоненты располагаются в ряд:

каротины > хлорофиллы > фосфолипиды > триацилглицерины > стеролы

Так, скорость поглощения кислорода фосфатидами и хлорофиллами в 6 раз, каротинами в 8 раз выше скорости поглощения кислорода триацилглицеринами, что свидетельствует более быстром их взаимодействии с кислородом, тем самым они оказывают защитное действие от окисления кислородом масла. Естественными антиоксидантами масличных семян являются токоферолы и токотриенолы (Janishlieva, Kamal-Eldin, Marinova, Toneva, 2002, p. 262-270; Lampi, Kataja, Kamal-Eldin, Puronen, 1999, p. 749-755).

Из всех изомерных форм токоферолов (α , β , γ , δ -действие которых отличается при разных условиях) наиболее эффективно обрывает цепь альфа-то-

Таблица 3
Скорости расходования кислорода

Компонент	Скорость расходования кислорода, моль/л-час
Триацилглицерин	$0,2 \cdot 10^{-6}$
Стероиды	$0,02 \cdot 10^{-6}$
Фосфолипиды	$(1-1,2) \cdot 10^{-6}$
Хлорофиллы	$1,2 \cdot 10^{-6}$
Каротины	$1,6 \cdot 10^{-6}$

коферол, являющийся биологически активным компонентом витамина Е. α -токоферол присутствует в семени мембран клеток и при извлечении масла переходит в него, защищая полиненасыщенные липиды и жирные кислоты от окисления.

Среди природных источников антиоксидантов, используемых для повышения оксидативной стабильности растительных масел, можно назвать экстракты многих членов семейства Labtatal (*Laminaceal*) – душица, майоран, сатурея, шалфей, розмарин, тимьян, базилик, которые проявляют антиоксидативные свойства, благодаря высокому содержанию фенолов; пряности – (корица, гвоздика, мускатный орех, имбирь, чеснок, черный перец), обладающие значительным антиоксидативным эффектом и антибактериальными свойствами, связанными с присутствием фенольных кислот (кофейная, *p*-кумаровая, феруловая, неохлорогеновая), флавоноидами (кверцетин, лютеолин, апигенан, каэнферол, изорамнестин); экстракты из виноградных косточек, обладающие высокой прооксидативной активностью благодаря фенольным соединениям виноградных семян. Так, антиокислительная активность экстрактов из семян красного винограда составляет 66,4-81,4% по сравнению с α -токоферолом. Они ингибируют образование гидроперекисей липидов и пропаналя в эмульсионных системах за счёт ресвератрола (3,5,4-тригидрокси-транс-стильбен), обладающего сильной антиокислительной активностью (Yoo, Lee, Mon, Loe, 2008, p. 929-986; Jacopini, Baldi, Storchi, Sebastiani, 2008, p. 589-598).

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили: растительные масла (соевое, подсолнечное, льняное, оливковое, тыквенное, рапсовое, сурепки, рыжика, масло зародышей пшеницы, масло семян чиа и т.д.); готовые липидные композиции (смеси растительных масел).

Применяли методы опубликованные в ГОСТах, устанавливающих соответствующие органолептические, физико-химические и микробиологические показатели.

Результаты и их обсуждение

При выборе сырья для рецептур специализированных смесей масел ориентировались на требования к готовому продукту обеспечивать физиологические потребности людей с метаболическим синдромом и онкологическими

заболеваниями, и на соответствие показателей безопасности выбранного сырья нормативным требованиям.

Для расчёта количественного состава использовали метод оптимизации жирнокислотного состава липидных композиций (Липатов, Башкиров, Геворгян, 2004, с. 213-216). Коррекцию витаминного состава специализированной смеси растительных масел проводили таким образом, чтобы ежедневно потребляемое количество смеси растительных масел (30-50 г) обеспечивало от 30 до 60% рекомендуемой нормы потребления жирорастворимых витаминов Е и А.

Путём расчётов методом оптимизации были разработаны ряд рецептур специализированных смесей масел для лечения и профилактики липидного обмена, наименование и состав которых (включая состав используемого сырья) приводятся в Таблицах 4, 5 и 6.

Все смеси растительных масел (липидные композиции) можно употреблять непосредственно в пищу или добавлять в пищевые полуфабрикаты специализированного и детского питания для обогащения их жиром, сбалансированным по жирнокислотному составу и богатым жирорастворимыми витаминами (Гапонова, Полежаева, Матвеева, 2016, с. 270-274; Гапонова, Полежаева, Матвеева, Лисицын, 2017, с. 72).

При оптимизации учитывали оптимальное соотношение омега-3 и омега-6 жирных кислот, составляющее от 1:3 до 1:5 для смесей масел, предназначенных для лечения и профилактики метаболического синдрома (смеси №1, 2, 4, 5) и от 1:1 до 1:2 для смесей масел, предназначенных для лечения и профилактики онкологических заболеваний (смеси №3, 6).

Производство смесей масел осуществляется в непрерывном процессе с учётом разработанных рецептур и включает стадии приведенные на Рисунке 1.

Органолептические и физико-химические показатели смесей должны соответствовать нормативам, приведённым в Таблицах 7 и 8.

Содержание токсичных элементов, пестицидов и микотоксинов в смесях растительных масел для лечения и профилактики нарушений липидного обмена отвечают нормативно-технической документации (ТР ТС 021/2011; ТР ТС 024/2011).

Таблица 4

Растительные масла, используемые в рецептурах, и их нутриентный состав

Вид жирового компонента (масла)	Содержание следующих нутриентов в жировом компоненте, %						
					Жирные кислоты, %		Витамины, мг
	Жир, %	Σ НЖК	Σ МНЖК	Σ ПНЖ	Линолевая C _{18:2}	Линоленовая C _{18:3}	Витамин А
	в мг/100 г жирового компонента						
Подсолнечное	99,9	11,3	23,80	59,80	59,80	-	0,02
Рапсовое, канола низко эруковое (до 5%)	99,9	12,2	76,3	31,5	20,0	10,0	-
Соевое	99,9	13,9	19,8	61,2	50,90	10,30	0,09
Оливковое	99,9	15,75	66,90	12,10	12,0	0,10	-
Чиа	99,9	12,0	10,2	77,8	21,9	58,3	0,32
Рыжиковое	99,9	8,0	38,0	56,0	37,0	18,0	-

* - НЖК, насыщенные жирные кислоты;

** - МНЖК, мононенасыщенные жирные кислоты;

*** - ПНЖК, полиненасыщенные жирные кислоты.

Таблица 5

Виды смесей растительных масел для лечения и профилактики нарушений липидного обмена

Номер смеси	Наименование смеси масел
1	Рапсово-подсолнечное
2	Соево-рапсовое
3	Рыжиково-оливковое
4	Оливково-рыжиковое
5	Соево-рыжиковое
6	Рапсовое-чиа

Таблица 6

Нутриентный состав смесей растительных масел для лечения и профилактики нарушений липидного обмена

Номер смеси	Содержание следующих нутриентов в жировой композиции						
	Жирные кислоты, %						
	Жир, %	Σ НЖК	Σ МНЖК	Σ ПНЖ	Линолевая C _{18:2}	Линоленовая C _{18:3}	Отношение C _{18:2} к C _{18:3}
	в %						
							В мг/100 г жировой композиции
1	99,99	9,32	46,54	42,62	35,90	6,72	5,34
2	99,99	12,10	32,73	52,20	41,63	10,57	3,93
3	99,9	12,7	55,3	29,7	14,4	14,86	0,96
4	99,9	11,86	52,64	30,72	22,0	7,26	3,03
5	99,9	12,38	23,23	60,44	41,17	15,69	2,62
6	99,9	10,0	56,47	45,4	20,6	24,5	0,84

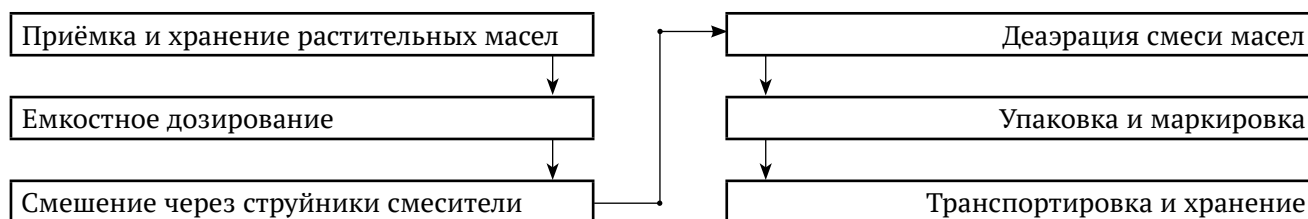


Рисунок 1. Блок-схема производства специализированных смесей масел.

Таблица 7

Требования, предъявляемые к органолептическим показателям специализированных смесей растительных масел

Наименование показателя	Характеристики масла растительного
Прозрачность при 20 °С	Прозрачные без осадка
Цвет	От бесцветного до золотисто-жёлтого
Запах и вкус	Лёгкий запах и привкус соответствующих масел

Таблица 8

Требования, предъявляемые к физико-химическим показателям специализированных смесей растительных масел

Наименование показателей, единицы измерения	Норма
Кислотное число, мг КОН/ г, не более	0,6
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,1
Перекисное число, мэкв О ₂ /кг, не более	2,0
Массовая доля мыла (качественная проба)	Отсутствие
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %, не более	Отсутствие
Массовая доля нежировых примесей (отстой по массе)	Отсутствие
Содержание трансизомеров, %, не более	2,0
Массовая доля витамина А, мг/кг, не менее	12,5
Массовая доля витамина Е, мг/кг, не менее	200,0

Заключение

- теоретически обоснован выбор сырья для лечения и профилактики нарушений липидного обмена;
- рассчитаны и разработаны рецептуры специализированных смесей масел (липидных композиций) для лечения и профилактики нарушений липидного обмена с оптимальным жирнокислотным и витаминным и антиоксидантным составом (в том числе смесь масел рыжиково-оливковое и рапсовое-чиа для лечения и профилактики онкологических заболеваний), устойчивых к окислению при производстве и хранении;
- разработана технология производства специализированных смесей растительных масел для лечения и профилактики нарушений липидного обмена.

Литература

- Гапонова Л.В., Полежаева Т.А., Матвеева Г.А. Разработка технологии смесей растительных масел с учётом таможенного законодательства и требований безопасного применения микроингредиентов для продуктов детского и специализированного питания // Продовольственная безопасность и научное обеспечение развития отечественной индустрии конкурентоспособных пищевых продуктов: материалы Международной научно-практической конференции. СПб.: Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок, 2015. С. 59-61.
- Гапонова Л.В., Полежаева Т.А., Матвеева Г.А. Липиды в профилактике и лечении метаболического синдрома // Пища. Экология. Качество: материалы 13-ой международной науч-

- но-практической конференции. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2016. Том 1. С. 270-274.
- Гапонова Л.В., Полежаева Т.А., Матвеева Г.А., Лисицын Д.А. Десерты на зернобобовой основе в питании больных с непереносимостью компонентов коровьего молока и целиакией // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. 2017. № 1. С. 72-72b.
- Губман И.И., Аскинази А.И., Калашёва Н.А. Балловая оценка дезодорированных масел // Совершенствование технологических процессов получения растительных масел, их очистки и переработки: Сборник научных трудов ВНИИЖиров. Вып. 42. Л.: ВНИИЖ, 1988. С. 3-8.
- Ипатова Л.Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд: монография. М.: ДеЛи Принт, 2009. 394 с.
- Кеца О.В., Марченко М.М. Влияние соотношения полиненасыщенных жирных кислот семейств ω -6 и ω -3 на активность аминотрансфераз и γ -глутамилтрансферазы в сыворотке крыс // Вопросы питания. 2014. № 1. Т. 8. С. 27-31.
- Липатов Н.Н., Башкиров О.И., Геворгян А.Л. Эталоны алиментарной адекватности и их роль в формировании качества продуктов для питания детей различного возраста // Качество и безопасность сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: материалы научно-практической конференции. Углич: Россельхозакадемия, 2004. Ч. 1. С. 213-216.
- Лисицын А.Н. Развитие теоретических основ процесса окисления растительных масел и разработка рекомендаций по повышению их стабильности к окислению: автореф. на соиск. ученой степ. д. тех. наук. СПб., 2006. 50 с.
- Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 38 с.
- Руководство по предотвращению окисления масла. СПб.: ВНИИЖиров, 1997. С. 200-212.
- Теоретические аспекты процесса окисления растительных масел и их защиты / под ред. А.Н. Лисицына. СПб.: ВНИИЖиров, 2019. С. 32-136.
- Терещук Л.В., Старовойтова К.В., Долголюк И.В., Тарлюн М.А. Растительные масла в качестве функциональных ингредиентов эмульсионных продуктов // Масложировая промышленность. 2015. № 2. С. 20-23.
- Терещук Л.В., Уманский М.С. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования. Кемерово: КТИПП, 2006. С. 250-255.
- О безопасности пищевой продукции: Технологический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 [утверждён решением Комиссии Таможенного союза 9.12.2011 №810]. С. 168-175.
- Технический регламент на масложировую продукцию: Технологический регламент таможенного союза ТР ТС 024/2011 [утверждён решением Комиссии Таможенного союза 9.12.2011 №883]. С. 19-20.
- Шендеров Б.А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома. М.: ДелиПринт, 2008. С. 77-130.
- Andersson K., Lingnert H. Kinetic studies of oxygen dependence during initial lipid oxidation in rapeseed oil // J. Food Sci. 1999. Vol. 64. P. 262-266.
- Beutner S., Bloedorn B., Trixel S., Blanco I.H., Hoffmann T., Martin H-F., Mager B., Noack P., Ruck C., Schmidt M., Schalke I., Sell H., Stahl W., Walsh R. Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of β -carotene in antioxidant functions // J. Sci Food Agr. 2001. Vol. 81. P. 559-569.
- Brewer M.S. Natural antioxidants sources compounds. Mechanisms of Action and Potential Applications // Comprehensive Reviews in Food Science and Food safety. 2011. Vol. 10. P. 221-247.
- Brimberg U.I., Kamal-Eldin A. On the Kinetics of the autoxidation of fats: Influence on prooxidants, antioxidants and synergists // Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2003. Vol. 105. P. 83-91.
- Choe E., Min D. Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation // Comprehensive review in food safety. 2006. P. 169-186.
- Jacopini P., Baldi M., Storch P., Sebastiani L. Catechin, epicatechin quercetin, rutin and resveratrol in red grapes: content in vitro antioxidant activity and interactions // J. Food Comp. Anal. 2008. Vol. 211 (8). P. 589-598.
- Janishlieva N.N., Kamal-Eldin A., Marinova E.M., Toneva A.C. Kinetics of antioxidant action of α - and γ -tocopherols in sunflower and soybean triacylglycerids // Eur. J. Lipid Sci Technol. 2002. Vol. 104. P. 262-270.
- Lampi A.M., Kataja L., Kamal-Eldin A., Purnonen V.

- Antioxidant activities of α - and γ -tocopherols in the oxidation of rapeseed oil triacylglycerols // JAOCS. 1999. Vol. 76(6). P. 749-755.
- Warner K., Evans C.D., List G.K., Dupuy H.R., Wadsworth J.I. Cohen G.E. Flavor scale correlation with pentanal and hexanal contents of vegetable oil // JAOCS. 2008. Vol. 55. P. 252-256.
- Yoo K.M., Lee C.H., Mon B.K., Loe C.J. Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs // Food chem. 2008. Vol. 106 (3). P. 929-986.

Specialized Oil Mixtures for the Treatment and Prevention of Diseases Associated with Lipid Metabolism Disorders

Valentina N. Grigorieva

*All-Russian Research Institute of Fats
9, Chernyakhovsky str., St. Petersburg, 191118, Russian Federation
E-mail: grigorieva@vniig.org*

Lilia V. Gaponova

*All-Russian Research Institute of Fats
9, Chernyakhovsky str., St. Petersburg, 191118, Russian Federation
E-mail: dietotherapy@vniig.org*

Tatiana A. Polezhaeva

*All-Russian Research Institute of Fats
9, Chernyakhovsky str., St. Petersburg, 191118, Russian Federation
E-mail: polezhaevata@yandex.ru*

Galina A. Matveeva

*All-Russian Research Institute of Fats
9, Chernyakhovsky str., St. Petersburg, 191118, Russian Federation
E-mail: galinamatveeva57@mail.ru*

The development of oil mixtures for specialized nutrition of patients with lipid metabolism disorders (obesity, metabolic syndrome, cancer, etc.) is extremely important for the dietary treatment of these pathologies. Main aspects of the development of specialized foods: choosing high quality raw materials with adequate nutrient composition and the relevant requirements of regulations and standards, compilation of balanced recipes to meet the biomedical requirements, the development of technology preserving all useful properties of the feedstock. When developing specialized mixtures of vegetable oils, special attention was paid to the selection of raw materials; the formulation of mixtures balanced in fatty acid and vitamin content and with optimal physical, chemical and organoleptic qualities; taking into account the mutual influence of the components, allowing to obtain mixtures that are resistant to oxidation; drawing up a technological scheme for the production of oil mixtures with technological parameters corresponding to the maximum preservation of biologically valuable substances of the raw material and preventing the formation of physiologically unfavorable substances.

Keywords: vegetable oils mixtures, specialized products, metabolic syndrome, cancer, formulations, technology

Reference

- Andersson K., Lingnert H. Kinetic studies of oxygen dependence during initial lipid oxidation in rapeseed oil. *J. Food Sci.*, 1999, vol. 64, pp. 262-266.
- Beutner S., Bloedorn B., Trixel S., Blanco I.H., Hoffmann T., Martin H-F., Mager B., Noack P., Ruck C., Schmidt M., Schalke I., Sell H., Stahl W., Walsh R. Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of β -carotene in antioxidant functions. *J. Sci Food Agr.*, 2001, vol. 81, pp.559-569.
- Brewer M.S. Natural antioxidants sources compounds, Mechanisms of Action and Potential Applications.

- Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2011, vol. 10, pp. 221-247.
- Brimberg U.I., Kamal-Eldin A. On the Kinetics of the autoxidation of fats: Influence on prooxidants, antioxidants and synergists. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2003, vol. 105, pp. 83-91.
- Choe E., Min D. Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Comprehensive review in food safety*, 2006, pp. 169-186.
- Gaponova L.V., Polezhaeva T.A., Matveeva G.A. Razrabotka tekhnologii smesey rastitelnykh masel s uchyotom tamozhennogo zakonodatelstva i trebovaniy bezopasnogo primeneniya mikroingredientov dlya produktov detskogo i spetsializirovannogo pitaniya [Development of technology for mixtures of vegetable oils taking into account customs legislation and safety requirements applications of micro-ingredients for children's and children's products specialized nutrition]. In *Prodovolstvennaya bezopasnost i nauchnoe obespechenie razvitiya otechestvennoy industrii konkurentosposobnykh pishchevykh produktov: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Food security and scientific support for the development of the domestic industry of competitive food products: Proceedings of the International scientific and practical conference]. Sankt-Peterburg: All-Russian research Institute of food additives, 2015, pp. 59-61.
- Gaponova L.V., Polezhaeva T.A., Matveeva G.A. Lipidy v profilaktike i lechenii metabolicheskogo sindroma [Lipids in the prevention and treatment of metabolic syndrome]. In *Pishcha. Ehkologiya. Kachestvo: materialy 13-oy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Food. Ecology. Quality: proceedings of the 13th international scientific and practical conference]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk state agrarian university, 2016, vol. 1, pp. 270-274.
- Gaponova L.V., Polezhaeva T.A., Matveeva G.A., Lisitsyn D.A. Deserty na zernobobovoy osnove v pitanii bolnykh s neperenosimostyu komponentov korovego moloka i tseliakiey [Legume-based desserts in the diet of patients with intolerance to cow's milk components and celiac disease]. *Gastroehnterologiya Sankt-Peterburga* [Gastroenterology of Saint Petersburg], 2017, no. 1, p. 72-72b.
- Gubman I.I., Askinazi A.I., Kalashyova N.A. Ballovaya otsenka dezodorirovannykh masel [Score of deodorized oils]. In *Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh protsessov polucheniya rastitelnykh masel, ikh ochistki i pererabotki: Sbornik nauchnykh trudov VNIIZhirov* [Improvement of technological processes for obtaining vegetable oils, their purification and processing: Collection of scientific papers VNIIZhirov]. Leningrad: VNIIZhirov, 1988, no. 42, pp. 3-8.
- Ipatova L.G. Zhirovye produkty dlya zdorovogo pitaniya. Sovremennyy Vzglyad [Fat products for a healthy diet. Modern view]. Moscow: DeLi Print, 2009. 96 p.
- Jacopini P., Baldi M., Storch P., Sebastiani L. Catechin, epicatechin quercetin, and resveratrol in red grapes: content in vitro antioxidant activity and interactions. *J. Food Comp. Anal.*, 2008, vol. 21(8), pp. 589-598.
- Janishlieva N.N., Kamal-Eldin A., Marinova E.M., Toneva A.C. Kinetics of antioxidant action of α - and γ -tocopherols in sunflower and soybean triacylglycerids. *Eur. J. Lipid Sci Technol.*, 2002, vol. 104, pp. 262-270.
- Ketsa O.V., Marchenko M.M. Vliyanie sootnosheniya polinenasyshchennykh zhirnykh kislot semeystv ω -6 i ω -3 na aktivnost aminotransferaz i γ -glutamilttransferazy v syvorotke krysa [Influence of the ratio of polyunsaturated ω -6 and ω -3 fatty acids on the activity of aminotransferases and γ -glutamyltransferases in rat serum]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition issues], 2014, no. 1, vol. 8, pp. 27-31.
- Lampi A.M., Kataja L., Kamal-Eldin A., Puronen V. Antioxidant Activities of α - and γ -tocopherols in the Oxidation of Rapeseed Oil Triacylglycerols. *JAACS*, 1999, vol. 76(6), pp. 749-755.
- Lipatov N.N., Bashkirov O.I., Gevorgyan A.L. Ehtalony alimentarnoy adekvatnosti i ikh rol v formirovanii kachestva produktov dlya pitaniya detey razlichnogo vozrasta [Alimentary adequacy standards and their role in shaping the quality of food products for children of different ages]. In *Kachestvo i bezopasnost selskokhozyaystvennogo syrya i pishchevykh produktov: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Quality and safety of agricultural raw materials and food products: Proceedings of the scientific and practical conference]. Uglich: Russian agricultural academy, 2004, vol. 1, pp. 213-216.
- Lisitsyn A.N. Razvitie teoreticheskikh osnov protsessa okisleniya rastitelnykh masel i razrabotka rekomendatsiy po povysheniyu ikh stabilnosti k okisleniyu [Development of theoretical foundations of the vegetable oil oxidation process and development of recommendations for their stability oxidation improvement. Abstract of Dr. Sci (Engineering) thesis]. Saint-Petersburg, 2006, pp. 40-49.
- Normy fiziologicheskikh potrebnostey v ehnergii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii. Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.2432-08 [Norms of physiological energy needs and food

- substances for various groups of the Russian population. Guidelines 2.3.1.2432-08]. Moscow: Federalnyy tsentr gigieny i ehpidemiologii Rospotrebnadzora, 2009. 38 p.
- Rukovodstvo po predotvrashcheniyu okisleniya masla [Guidelines for the prevention of oil oxidation]. Saint-Petersburg: VNIIZhirov, 1997, pp. 200-212.
- Teoreticheskie aspekty protsessa okisleniya rastitelnykh masel i ikh zashchity [Theoretical aspects of vegetable oil oxidation process and their protection]. Lisitsyn A.N. (ed.). Saint-Petersburg: VNIIZhirov, 2019, pp. 32-136.
- Tereshchuk L.V., Starovoitova K.V., Dolgoruck I.V., Carlyn M.A. Rastitelnye masla v kachestve funktsionalnykh ingredientov ehmulSIONnykh produktov [Vegetable oils as functional ingredients emulsion products]. *Maslozhirovaya promyshlennost* [Fat and oil industry], 2015, no. 2, pp. 20-23.
- Tereshchuk L.V., Umanskiy M.S. Molochno-zhirovye kompozitsii: aspekty konstruirovaniya i ispolzovaniya [Milk-fat compositions: aspects of calculation and application]. Kemerovo: KTIPP, 2006, pp. 250-255.
- O bezopasnosti pishchevoy produktsii: Tekhnicheskiy reglament tamozhennogo soyuza TR TS 021/2011 (utverzhdyon resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza 9.12.2011 №810) [Food safety: Customs Union Technical Regulations TR CU 021/2011 (approved by the decision of the Customs Union Commission 9.12.2011 №810)], pp. 168-175.
- Tekhnicheskiy reglament na maslozhirovuyu produktsiyu: Tekhnicheskiy reglament tamozhennogo soyuza TR TS 024/2011 (utverzhdyon resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza 9.12.2011 №883) [Technical regulations for fat and oil products: Customs Union Technical regulations of the TR CU 024/2011 (approved by the decision of the Commission of the Customs Union 9.12.2011 №883)], pp. 19-20.
- Shenderov B.A. Funktsionalnoe pitanie i ego rol v profilaktike metabolicheskogo sindroma [Functional nutrition and its role in metabolic syndrome prevention]. Moscow: DeliPrint, 2008, pp. 77-130.
- Warner K., Evans C.D., List G.K., Dupuy H.R., Wadsworth J.I., Cohen G.E. Flavor scare correlation with pentanal and hexanal contents of vegetable oil. *JAACS*, 2008, vol. 55, pp. 252-256.
- Waltking A.E. Progress Report of the AOCS Flavor Nomenclature and Standards Committee. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 2002, vol. 59(2), pp. 116-120.
- Yoo K.M., Lee C.H., Mon B.K., Loe C.J. Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. *Food chem.*, 2008, vol. 106(3), pp. 929-986.