

ISSN 1817-7204 (Print)

ISSN 1817-7239 (Online)

**ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ***PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTS*

УДК 613.268:665.334.9:616.1-084

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-4-343-352>

Поступила в редакцию 18.08.2025

Received 18.08.2025

**И. М. Почицкая<sup>1</sup>, А. А. Журня<sup>1</sup>, Т. В. Окулова<sup>1</sup>, С. В. Черняк<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию,  
Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Республика Беларусь***ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАПСОВОГО МАСЛА И МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ЕГО ОСНОВЕ В ПРОФИЛАКТИКЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЛИЦ С ИЗБЫТОЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА**

**Аннотация.** В условиях роста числа заболеваний, ассоциированных с избыточной массой тела, актуальной задачей становится разработка эффективных и научно обоснованных подходов к профилактическому питанию, ориентированных на снижение кардиометаболических рисков. Растительные масла, благодаря содержанию полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, а также биологически активных компонентов – фосфолипидов, фитостеролов, витаминов, представляют собой один из перспективных элементов стратегий, направленных на улучшение пищевого рациона. В рамках данного исследования проведена сравнительная оценка эффективности применения рафинированных дезодорированных растительных масел – рапсового и подсолнечного, а также масла растительного – смеси «Особое», оптимизированного по жирнокислотному составу, разработанному специалистами РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию». Испытания проводились при участии добровольцев с избыточной массой тела и были направлены на изучение пищевой ценности и профилактического потенциала исследуемых растительных масел. Установлено, что включение рапсового масла в рацион питания лиц с избыточной массой тела сопровождается достоверным улучшением липидного профиля крови (снижение общего холестерина, ЛПНП и аполипопротеина В), увеличением скорости обмена веществ и уменьшением биологического возраста сосудов. Масло растительное – смесь «Особое» проявило умеренную антиатерогенную активность, тогда как подсолнечное масло не продемонстрировало значимых изменений. Полученные данные подтверждают перспективность использования рапсового масла и масложировых продуктов на его основе в рационе лиц с избыточной массой тела, особенно в рамках подходов к профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

**Ключевые слова:** масло рапсовое, масло подсолнечное, масло растительное – смесь, профилактическое питание, избыточная масса тела, сердечно-сосудистые заболевания, липидный профиль, биологический возраст сосудов, антиатерогенное действие

**Для цитирования:** Перспективы использования рапсового масла и масложировых продуктов на его основе в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с избыточной массой тела / И. М. Почицкая, А. А. Журня, Т. В. Окулова, С. В. Черняк // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2025. – Т. 63, № 4. – С. 343–352. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-4-343-352>

**Iryna M. Pochitskaya<sup>1</sup>, Hanna A. Zhurnia<sup>1</sup>, Tatsiana V. Akulava<sup>1</sup>, Sergey V. Charnyak<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food,  
Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*Republican Scientific and Practical Center “Cardiology”, Minsk, Republic of Belarus***PROSPECTS FOR THE USE OF RAPESEED OIL AND ITS DERIVED FAT PRODUCTS IN THE PREVENTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES IN OVERWEIGHTED INDIVIDUALS**

**Abstract.** In light of the growing prevalence of overweight-related diseases, an urgent priority is to develop effective, evidence-based preventive nutritional strategies aimed at reducing cardiometabolic risk. Vegetable oils, rich in polyunsaturated and monounsaturated fatty acids, as well as such biologically active components as phospholipids, phytosterols, and vitamins, represent a promising component in dietary improvement programs. This study conducted a comparative evaluation of refined, deodorized rapeseed oil, sunflower oil, and an optimized vegetable-oil blend called “Osoboe,” developed by the RUE Scientific-Practical Center of the NAS of Belarus for Food. Overweight volunteers participated in trials designed to assess

the nutritional value and preventive potential of these oils. Results showed that incorporating rapeseed oil into the diets of overweighted individuals led to statistically significant improvements in blood lipid profiles (reductions in total cholesterol, LDL-cholesterol, and apolipoprotein B), increased metabolic rate, and a reduction in the biological age of blood vessels. The “Osoboe” blend exhibited moderate anti-atherogenic activity, whereas sunflower oil produced no significant changes. These findings confirm the prospects of using rapeseed oil, and fat products derived from it, in diets for overweighted individuals, particularly within cardiovascular disease prevention strategies.

**Keywords:** rapeseed oil, sunflower oil, vegetable oil blend, preventive nutrition, overweight, cardiovascular diseases, lipid profile, vascular biological age and anti-atherogenic effect

**For citation:** Pochitskaya I. M., Zhurnia H. A., Akulava T. V., Charnyak S. V. Prospects for the use of rapeseed oil and its derived fat products in the prevention of cardiovascular diseases in overweighted individuals. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2025, vol. 63, no. 4, pp. 343–352 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-4-343-352>

**Введение.** Растительные масла являются важным компонентом рациона человека, обеспечивая энергетические потребности и выполняя биохимические, структурные и регуляторные функции. Их основная ценность заключается в поставке полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), которые играют ключевую роль в регуляции липидного обмена, снижении риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), атеросклероза и других патологий [1].

Современные исследования подтверждают значимость жирных кислот в первичной и вторичной профилактике ССЗ [2]. Однако влияние различных типов жирных кислот на сердечно-сосудистую систему существенно различается. Особенно неблагоприятное действие оказывают транс-жирные кислоты, относящиеся к подклассу ненасыщенных жирных кислот. Согласно метаанализу проспективных когортных исследований увеличение калорийности рациона всего на 2 % за счет трансжиров повышает риск ишемической болезни сердца на 23 % [3]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует ограничить потребление трансжиров на уровне не более 1 % от суточной калорийности, а насыщенных жирных кислот на уровне не более 10 % [4].

В профилактике ССЗ особое значение имеют  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 и  $\omega$ -9 жирные кислоты. Наиболее важными для здоровья человека являются ПНЖК: линолевая ( $\omega$ -6),  $\alpha$ -линоленовая ( $\omega$ -3), арахидоновая ( $\omega$ -6), эйкозапентаеновая (ЕРА,  $\omega$ -3), докозагексаеновая (ДНА,  $\omega$ -3), а также мононенасыщенная олеиновая ( $\omega$ -9) кислота [5, 6]. При этом  $\alpha$ -линоленовая и линолевая кислоты являются незаменимыми, то есть не синтезируются в организме и должны поступать с пищей [5].

Клинические данные подтверждают благоприятное влияние  $\omega$ -3 ПНЖК как у пациентов с ССЗ, так и у здоровых лиц. В работе [7] изложены результаты наблюдения за 94 здоровыми мужчинами в течение 17 лет и установлено, что более высокие уровни  $\omega$ -3 жирных кислот были обратно пропорциональны риску внезапной смерти. В крупном клиническом исследовании GISSI-Prevenzione trial, в котором участвовало 11 324 пациента, перенесших инфаркт миокарда, изучалось влияние добавок  $\omega$ -3 жирных кислот и витамина Е на комбинированную конечную точку: смерть, нефатальный инфаркт и инсульт. Через 3,5 года было показано, что  $\omega$ -3 ПНЖК достоверно снижали риск повторных сердечно-сосудистых событий в отличие от витамина Е [8].

Недавний метаанализ, проведенный М. Casula с коллегами, включил 81 073 участника и продемонстрировал, что прием  $\omega$ -3 ПНЖК достоверно улучшает сердечно-сосудистые исходы, особенно при вторичной профилактике заболеваний сердца и сосудов [9]. Результаты 70 рандомизированных контролируемых исследований подтвердили, что  $\omega$ -3 жирные кислоты способствуют снижению как систолического, так и диастолического артериального давления, причем наибольший эффект наблюдался у пациентов, не получающих медикаментозную терапию [10].

Рацион питания оказывает значительное влияние на состояние здоровья. Избыток  $\omega$ -6 жирных кислот и высокое соотношение  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3, характерное для современного рациона, ассоциируются с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, онкологических патологий, ожирения, диабета, воспалительных и аутоиммунных состояний [11, 12]. Исследования подтверждают необходимость увеличения потребления ПНЖК, особенно  $\omega$ -3, для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний [13]. В этой связи перспективным направлением является создание масложировой продукции, и в частности растительных масел с оптимизированным жирнокислотным составом профилактической направленности [14].

Рапсовое масло, одно из самых распространенных в мире, продемонстрировало положительное влияние на гликемический контроль у пациентов с диабетом 2-го типа. В исследовании, про-

веденном под руководством David J. A. Jenkins, было выявлено, что диета с низким гликемическим индексом, обогащенная маслом канолы, улучшала показатели гликемии, особенно у лиц с повышенным систолическим давлением [15].

Республика Беларусь обладает значительным потенциалом в производстве растительных масел, особенно рапсового, которое занимает до 97 % в структуре валового сбора масличных культур [16, 17]. По данным Белстата, в 2022 г. урожай рапса составил более 800 тыс. т, а в 2023-м был побит рекорд по валовому сбору. Беларусь входит в топ-10 мировых экспортеров рапса, при этом производит около 1 % от мирового объема. Внутреннее потребление растительных масел в Беларуси составляет 18 кг в расчете на душу населения в год, что свидетельствует о наличии резервов для повышения использования рапсового масла на внутреннем рынке, особенно с учетом его значимого экспортного потенциала [17]. В данной связи актуально формирование культуры потребления функциональных растительных масел, в первую очередь рапсового, а также развитие ассортимента масложировой продукции с доказанными профилактическими свойствами.

Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний требует снижения атерогенных факторов и коррекции метаболического синдрома [18]. Однако исследований, посвященных влиянию растительных масел и их смесей на атерогенные биомаркеры, пока недостаточно. Поэтому изучение воздействия рафинированных дезодорированных масел (рапсовое, подсолнечное) и их смесей на липидный профиль и состояние сосудистой стенки у здоровых лиц и лиц с избыточной массой тела остается актуальным научным направлением.

С целью улучшения жирнокислотного профиля и повышения биологической ценности растительных масел специалистами Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию разработана и утверждена рецептура растительного масла «Особое» (РЦ ВУ 190239501.6.251), представляющего собой смесь рафинированного дезодорированного рапсового и подсолнечного масел с добавлением нерафинированного льняного масла. Продукт соответствует требованиям ТУ ВУ 190239501.136, а также техническим регламентам ТР ТС 024/2011 и ТР ТС 021/2011, что подтверждает его безопасность и пригодность для непосредственного употребления в пищу.

Специалисты Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию и Республиканского научно-практического центра «Кардиология» (РНПЦ «Кардиология») провели сравнительное исследование по оценке влияния рафинированных дезодорированных растительных масел (рапсового, подсолнечного) и масла растительного – смеси «Особое» у лиц с избыточной массой тела на липидный спектр крови, состав тела и биологический возраст сосудов.

Для оценки нутриентного профиля экспериментального рациона, применяемого в ходе исследования, был проведен анализ жирнокислотного состава используемых растительных масел: рафинированного рапсового (РМ), рафинированного подсолнечного (ПМ) и масла растительного – смеси «Особое» (включает подсолнечное, рапсовое и льняное масла). Жирнокислотный состав масел представлен в таблице.

**Жирнокислотный состав растительных масел**  
**Fatty acid composition of vegetable oils**

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот, %		
	Масло рапсовое рафинированное дезодорированное (РМ)	Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное вымороженное (ПМ)	Масло растительное – смесь «Особое»
Пальмитиновая (C <sub>16:0</sub> )	4,7	5,6	5,2
Пальмитолеиновая (C <sub>16:1</sub> )	0,2	0,1	0,1
Стеариновая (C <sub>18:0</sub> )	1,6	2,2	2,3
Олеиновая (C <sub>18:1</sub> )	62,1	36,5	46,4
Линолевая (ω-6) (C <sub>18:2</sub> )	23,2	54,3	36,7
α-Линоленовая (ω-3) (C <sub>18:3</sub> )	7,1	0,3	7,5
Арахидовая (C <sub>20:0</sub> )	0,4	0,2	0,3
Гондоиновая (C <sub>20:1</sub> )	0,6	0,3	0,7
Бегеновая (C <sub>22:0</sub> )	–	0,4	0,2
Эруковая (C <sub>22:1</sub> )	–	–	–
Соотношение ω-6 : ω-3	3 : 1	181 : 1	5 : 1

**Материалы и методы исследования.** В исследование были включены лица с избыточной массой тела, предварительно прошедшие скрининг и подписавшие информированное согласие на участие. Отбор проводился среди пациентов, наблюдавшихся или впервые обратившихся в лабораторию артериальной гипертензии РНПЦ «Кардиология».

Критериями включения в исследование являлись: наличие подписанного и датированного информированного согласия, возраст от 30 до 55 лет, индекс массы тела не ниже  $30 \text{ кг/м}^2$ , уровень артериального давления в пределах от 130/80 до 160/110 мм рт. ст. и способность пациента выполнять указания врача-исследователя, включая прохождение всех процедур, предусмотренных протоколом.

Критериями исключения были: установленные диагнозы сахарного диабета (1-го или 2-го типа); выраженный атеросклероз коронарных или церебральных артерий, требующий хирургической реваскуляризации; хронические заболевания почек или печени; прием биологически активных добавок в течение последних трех месяцев; использование статинов или препаратов, содержащих омега-3; непереносимость рапсового либо подсолнечного масла.

Из 52 обследованных лиц 30 соответствовали критериям включения и дали согласие на участие в исследовании. В выборке преобладали женщины (57 %,  $n = 17$ ), мужчины составили 43 % ( $n = 13$ ). Средний возраст участников –  $(42,7 \pm 7,7)$  года.

Каждому участнику оформлялась индивидуальная карта, включающая сведения о поле, возрасте, наличии факторов риска (наследственность, курение, употребление алкоголя, уровень физической активности), длительности артериальной гипертензии, сопутствующих заболеваниях и субъективных жалобах. Первичный клинический осмотр включал измерение роста, массы тела, окружности талии и бедер, а также артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС).

Для оценки состояния сосудистой системы использовалась технология определения скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) и биологического возраста сосудов при помощи системы SphygmoCor (Австрия). Метод основывается на аппланационной тонометрии, при которой пульсовая волна регистрируется сенсором Millar® на сонной и бедренной артериях с синхронной записью ЭКГ. Программное обеспечение SphygmoCor CvMS автоматически обрабатывало полученные данные, включая расчет биологического возраста сосудов.

Анализ композиционного состава тела проводился методом биоимпедансной спектроскопии на приборе ABC02 «Медасс» (Россия) с использованием специализированного программного обеспечения. Метод основывается на разнице электропроводимости тканей организма, связанной с уровнем содержания воды и электролитов.

Биохимическое исследование крови осуществлялось на автоматическом анализаторе Olympus AU400 (Beckman Coulter, США) с использованием коммерческих наборов Beckman Coulter и Abbott. Оценивались параметры липидного обмена: уровень общего холестерина (ОХС), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеинов высокой (ХС ЛПВП) и низкой (ХС ЛПНП) плотности.

Дополнительно определялись уровни аполипопротеинов А1 и В. Их соотношение использовалось как чувствительный маркер сердечно-сосудистого риска. Доказано, что отношение АпоВ/АпоА1 более достоверно отражает риск развития атеросклероза и эффективность терапии, направленной на снижение липидов, чем уровень холестерина липопротеинов низкой плотности.

После завершения начального обследования все участники получали унифицированное повторяющееся семидневное меню с энергетической ценностью 3 000 ккал/сут.

Первые 6 недель добровольцы принимали подсолнечное масло в количестве 60 мл в сутки. Следующие 4 недели – период «вымывания», в процессе которого участники эксперимента не употребляли растительные масла для уменьшения жировой нагрузки на них, а также обеспечения элиминации предшествующих эффектов диеты. После окончания периода «вымывания» испытуемые принимали 6 недель по 60 мл рапсового масла в сутки. Затем еще один период «вымывания» в течение 4 недель, после окончания которого проводился прием 60 мл масла растительного – смеси в сутки в течение 6 недель. Весь период исследования для каждого испытуемого занял 26 недель.

Использование дозы растительного масла 60 мл/сут обусловлено необходимостью достижения выраженного метаболического эффекта, позволяющего оценить влияние различных видов масел



на биомаркеры состояния здоровья. В условиях контролируемого питания такая доза позволяет минимизировать влияние других источников жиров и обеспечить сопоставимость между этапами исследования. При энергетической ценности рациона 3 000 ккал/сут 60 мл масла составляют около 18 % суточной калорийности ( $\approx 540$  ккал), что соответствует допустимому диапазону потребления жиров для взрослых, включая лиц с избыточной массой тела, – до 30 % от общей калорийности. Периоды «вымывания» длительностью 4 недели были включены именно для минимизации кумулятивной жировой нагрузки и исключения переноса эффектов между этапами.

На основании данных таблицы рассчитано суточное поступление ключевых жирных кислот из 60 мл масел. В масле растительном – смеси «Особое» содержание омега-9 составляет 25,6 г, омега-6 – 20,3 г, омега-3 – 4,14 г (соотношение  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 – 5 : 1). Для рапсового масла: омега-9 – 34,3 г, омега-6 – 12,8 г, омега-3 – 3,9 г (соотношение 3 : 1). В подсолнечном масле преобладает омега-6 (29,9 г) при минимальном содержании омега-3 (0,17 г), соотношение – 181 : 1, что указывает на его низкую сбалансированность по ПНЖК.

Для статистической обработки данных применяли программный пакет Statistica 10.0. Нормальность распределения количественных переменных оценивали с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Показатели, соответствующие нормальному распределению, представляли в виде среднего значения и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Для сравнения групповых различий использовали t-критерий Стьюдента, порогом статистической значимости считали  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Все участники настоящего исследования имели избыточную массу тела – средний индекс массы тела (ИМТ) составил ( $32,7 \pm 1,98$ ) кг/м<sup>2</sup>.

По результатам анализа состава тела было установлено, что употребление подсолнечного, рапсового масел, а также масла растительного – смеси «Особое» не привело к достоверным изменениям в показателях общей жировой массы, ее процентного содержания и соотношения окружностей талии к бедрам.

Наиболее интересной оказалась динамика параметров, отражающих метаболическую активность. Прием подсолнечного масла сопровождался незначительным снижением уровня основного обмена – с ( $1\,680,4 \pm 238,5$ ) до ( $1\,678,8 \pm 220,9$ ) ккал/сут ( $p = 0,56$ ). Аналогичная тенденция наблюдалась в группе рапсового масла – с ( $1\,670,1 \pm 231,5$ ) до ( $1\,617,1 \pm 399,3$ ) ккал/сут ( $p = 0,41$ ). В то же время прием масла растительного – смеси «Особое» демонстрировал увеличение показателя с ( $1\,664,7 \pm 227,7$ ) до ( $1\,670,4 \pm 230,8$ ) ккал/сут ( $p = 0,36$ ).

На основании исследований установлено, что подсолнечное и рапсовое масла способствовали небольшому снижению энергетических затрат организма в состоянии покоя, тогда как масло растительное – смесь «Особое» демонстрировало тенденцию к умеренному повышению данного показателя. Однако все установленные изменения не были статистически достоверными.

В ходе анализа динамики показателя «удельный основной обмен» отмечена положительная тенденция к увеличению данного параметра на 9,7 % при употреблении рапсового масла – с ( $727,4 \pm 49,7$ ) до ( $798,0 \pm 48,6$ ) ккал/м<sup>2</sup>/сут. Полученные данные могут свидетельствовать об улучшении метаболических процессов на фоне применения рапсового масла.

В группе, получавшей масло растительное – смесь, также отмечалась тенденция к увеличению данного показателя – с ( $786,2 \pm 53,4$ ) до ( $789,3 \pm 51,2$ ) ккал/м<sup>2</sup>/сут ( $p = 0,29$ ), однако без достоверных различий. На фоне приема подсолнечного масла установлено снижение удельного основного обмена с ( $799,2 \pm 56,9$ ) до ( $789,4 \pm 53,4$ ) ккал/м<sup>2</sup>/сут ( $p = 0,95$ ), что указывает на возможное замедление метаболических процессов при его употреблении.

На основании анализа показателей основного обмена и удельного основного обмена показано, что употребление рапсового масла способствует повышению скорости обмена веществ в организме при одновременном снижении энергетического минимума, необходимого для поддержания жизненно важных функций организма в состоянии относительного покоя.

Оценка влияния исследуемых растительных масел на параметры липидного обмена представлена на рис. 1 и 2. Наиболее выраженный эффект установлен при употреблении рапсового масла, что подтверждается достоверным снижением уровня общего холестерина с ( $5,32 \pm 0,77$ ) до ( $4,47 \pm 0,80$ ) ммоль/л ( $p < 0,05$ ), а также холестерина липопротеинов низкой плотности с ( $4,05 \pm 0,86$ ) до ( $3,67 \pm 0,78$ ) ммоль/л ( $p < 0,05$ ).

Полученные данные согласуются с результатами многоцентрового исследования COMIT (Canola Oil Multicentre Intervention Trial), подтвердившего способность масла канолы (рапсового) снижать концентрации атерогенных липидных фракций и улучшать липидный профиль крови. Диета с использованием масла растительного – смеси «Особое» способствовала умеренному улучшению липидного профиля: установлено незначительное снижение уровня общего холестерина (с  $(5,45 \pm 0,87)$  до  $(5,31 \pm 0,95)$  ммоль/л;  $p = 0,27$ ) и концентрации липопротеинов низкой плотности (с  $(3,79 \pm 0,75)$  до  $(3,63 \pm 1,06)$  ммоль/л;  $p = 0,28$ ).

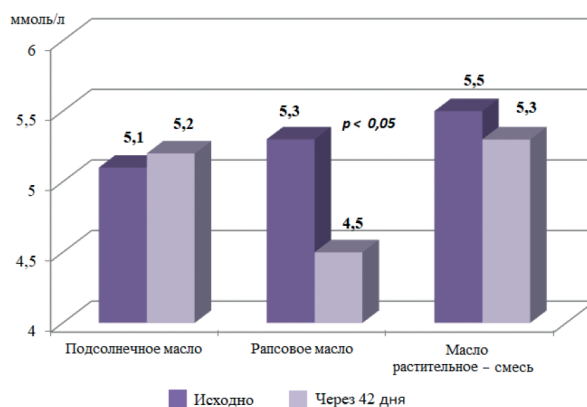


Рис. 1. Влияние растительных масел и масла растительного – смеси на показатели общего холестерина

Fig. 1. Influence of vegetable oils and the vegetable oil blend on total cholesterol levels

В свою очередь, рацион с включением подсолнечного масла не продемонстрировал выраженного антиатерогенного действия: наблюдалось увеличение уровня общего холестерина (с  $(5,1 \pm 0,90)$  до  $(5,2 \pm 0,7)$  ммоль/л;  $p = 0,61$ ) и ЛПНП (с  $(3,86 \pm 0,95)$  до  $(3,96 \pm 0,83)$  ммоль/л;  $p = 0,67$ ).

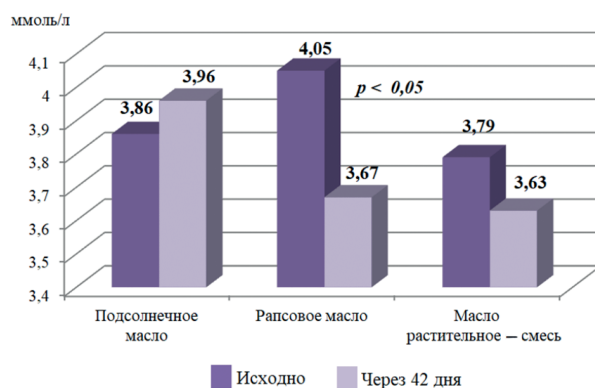


Рис. 2. Влияние растительных масел и масла растительного – смеси на показатели ЛПНП

Fig. 2. Influence of vegetable oils and the vegetable oil blend on LDL cholesterol levels

В рамках данного исследования проведена оценка влияния употребления различных растительных масел на уровни аполипопротеинов В (АпоВ) и А1 (АпоА1). Повышенная концентрация АпоВ способствует накоплению холестерина в сосудистой стенке и прогрессированию атеросклероза. Одним из возможных механизмов снижения уровня АпоВ при употреблении рапсового масла может быть наличие в его составе  $\alpha$ -линоленовой кислоты ( $\omega$ -3 ПНЖК), способной взаимодействовать с ядерными рецепторами PPAR, что приводит к подавлению синтеза частиц АпоВ.

У лиц с избыточной массой тела отмечается снижение способности эндотелия к продукции монооксида азота, что ассоциируется с развитием эндотелиальной дисфункции, ранними признаками ремоделирования сосудистой стенки и ускорением сосудистого старения.

Результаты настоящего исследования продемонстрировали достоверное снижение уровня АпоВ на фоне употребления рапсового масла – с  $(1,06 \pm 0,21)$  до  $(0,96 \pm 0,21)$  г/л ( $p = 0,03$ ). Употребление подсолнечного масла не привело к статистически значимым изменениям показателя с  $(1,07 \pm 0,22)$  г/л до  $(1,07 \pm 0,19)$  г/л;  $p = 0,97$ ). Прием масла растительного – смеси «Особое» также сопровождался снижением уровня АпоВ – с  $(1,08 \pm 0,20)$  до  $(1,06 \pm 0,22)$  г/л ( $p = 0,49$ ), что может свидетельствовать о его потенциальном положительном влиянии на липидный спектр крови.

Одновременно в группах рапсового масла и масла-смеси было зафиксировано достоверное снижение концентрации АпоА1 – с  $(1,47 \pm 0,17)$  до  $(1,43 \pm 0,16)$  г/л ( $p = 0,04$ ) и с  $(1,51 \pm 0,16)$  до  $(1,43 \pm 0,13)$  г/л ( $p = 0,003$ ) соответственно. Прием подсолнечного масла не повлиял на уровень АпоА1 (изменение с  $(1,52 \pm 0,23)$  до  $(1,52 \pm 0,18)$  г/л;  $p = 0,99$ ). Поскольку АпоА1 является структурным компонентом липопротеинов высокой плотности, его снижение может рассматриваться как неблагоприятный фактор в контексте атерогенных изменений.

Повышение соотношения аполипопротеинов В и А1 (АпоВ/АпоА1) рассматривается как один из ключевых прогностических факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, ассоциированных с избыточной массой тела и ожирением. В настоящем исследовании данный показатель был использован для оценки динамики соответствующих аполипопротеинов на фоне диетотерапии с применением растительных масел.

При употреблении подсолнечного масла значение соотношения АпоВ/АпоА1 снизилось с  $(0,73 \pm 0,20)$  до  $(0,71 \pm 0,19)$  ( $p = 0,98$ ), в группе рапсового масла – с  $(0,73 \pm 0,19)$  до  $(0,70 \pm 0,17)$  ( $p = 0,11$ ). В то же время в группе, получавшей масло растительное – смесь «Особое», наблюдалось повышение показателя с  $(0,72 \pm 0,17)$  до  $(0,74 \pm 0,18)$  ( $p = 0,39$ ).

Несмотря на разнонаправленные изменения, ни в одной из групп не зафиксировано статистически достоверных различий в значениях АпоВ/АпоА1 до и после диетотерапии.

В ходе исследования установлено, что биологический возраст сосудов у участников в исходной точке значительно превышал календарный возраст –  $(53,3 \pm 16,8)$  года против  $(42,7 \pm 7,7)$  года, что может свидетельствовать о наличии факторов, способствующих ускоренному сосудистому старению (рис. 3).

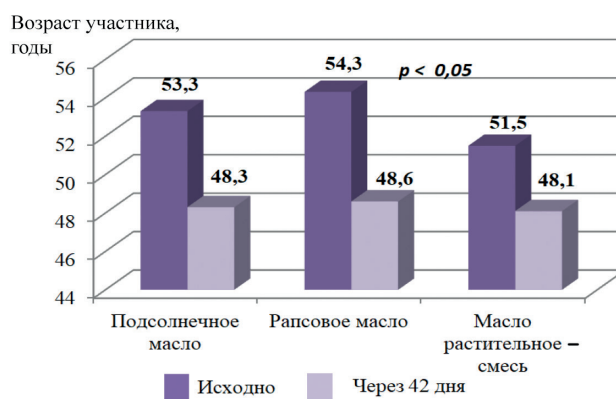


Рис. 3. Динамика изменения биологического возраста испытуемых на фоне приема растительных масел и масла растительного – смеси

Fig. 3. Dynamics of changes in the biological age of subjects during consumption of vegetable oils and the vegetable oil blend

Достоверное снижение биологического возраста сосудистой системы наблюдалось исключительно в группе, получавшей диетотерапию с включением рапсового масла – с  $(54,3 \pm 14,7)$  до  $(48,6 \pm 11,6)$  лет. Это может отражать положительное влияние жирнокислотного состава рапсового масла на функциональное состояние сосудистой стенки, в том числе за счет антиатерогенного действия и возможного улучшения эндотелиальной функции.

**Заключение.** В ходе проведенного исследования установлено, что диетотерапия с использованием подсолнечного масла у лиц с избыточной массой тела не оказывает антиатерогенного действия. Это подтверждается отсутствием достоверных изменений уровня общего холесте-

на – с ( $5,1 \pm 0,9$ ) до ( $5,2 \pm 0,7$ ) ммоль/л ( $p = 0,61$ ) и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) – с ( $3,86 \pm 0,95$ ) до ( $3,96 \pm 0,83$ ) ммоль/л ( $p = 0,67$ ).

Употребление рапсового масла способствовало увеличению скорости обмена веществ – с ( $727,4 \pm 49,7$ ) до ( $798,0 \pm 48,6$ ) ккал/м<sup>2</sup>/сут; снижению уровня общего холестерина – с ( $5,32 \pm 0,77$ ) до ( $4,47 \pm 0,80$ ) ммоль/л; ЛПНП – с ( $4,05 \pm 0,86$ ) до ( $3,67 \pm 0,78$ ) ммоль/л; аполипопротеина В (АпоВ) – с ( $1,06 \pm 0,21$ ) до ( $0,96 \pm 0,21$ ) г/л; а также снижению биологического возраста сосудистой стенки – с ( $54,3 \pm 14,7$ ) до ( $48,6 \pm 11,6$ ) лет. Указанные изменения являются статистически значимыми, что подтверждает достоверность антиатерогенного действия рапсового масла у обследуемых лиц с избыточной массой тела.

Диетотерапия с применением масла растительного – смеси «Особое» также демонстрировала признаки антиатерогенной активности, однако менее выраженные по сравнению с рапсовым маслом: зафиксировано снижение общего холестерина – с ( $5,45 \pm 0,87$ ) до ( $5,31 \pm 0,95$ ) ммоль/л ( $p = 0,27$ ) и ЛПНП – с ( $3,79 \pm 0,75$ ) до ( $3,63 \pm 1,06$ ) ммоль/л ( $p = 0,28$ ).

Оценка соотношения АпоВ/АпоА1 показала, что у всех участников сохранялся средний уровень сердечно-сосудистого риска, который не изменился на фоне приема изучаемых масел и их композиций.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что включение в рацион растительных масел, обогащенных омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами, особенно рапсового масла, у пациентов с артериальной гипертензией на фоне избыточной массы тела оказывает клинически значимый антиатерогенный эффект и может быть рекомендовано в практике профилактического питания.

**Благодарности.** Данное исследование проводилось в рамках выполнения отдельного проекта фундаментальных и прикладных научных исследований Национальной академии наук Беларуси по теме «Разработка научно обоснованных рекомендаций по питанию различных групп населения на основе масложировых продуктов профилактического действия с использованием рапсового масла» (договор № 19-21/2021-31-341 от 11.11.2021, № ГР 20214026).

**Acknowledgements.** This study was conducted as part of a separate project of fundamental and applied scientific research of the National Academy of Sciences of Belarus on the topic “Development of scientifically based recommendations on nutrition of various population groups based on fat-and-oil products of preventive action using rapeseed oil” (Agreement No. 19-21/2021-31-341 dated 11 November 2021, No. of State Registration 20214026).

### Список используемых источников

1. Calder, P. C. Polyunsaturated fatty acids and inflammation / P. C. Calder // Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. – 2006. – Vol. 75, № 3. – P. 197–202. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2006.05.012>
2. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: rep. of a joint WHO/FAO expert consultation / World Health Organization. – Geneva: WHO, 2003. – 149 p. – (WHO technical report series; 916).
3. Mozaffarian, D. Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils / D. Mozaffarian, R. Clarke // European Journal of Clinical Nutrition. – 2009. – Vol. 63, suppl. 2. – P. S22–S33. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602976>
4. REPLACE trans fat: an action package to eliminate industrially-produced trans-fat from the global food supply: trans fat free by 2023 / World Health Organization. – Geneva: WHO, 2018. – 1 p.
5. Simopoulos, A. P. The importance of the omega-6/omega-3 ratio / A. P. Simopoulos // Biomedicine & Pharmacotherapy. – 2002. – Vol. 56, № 8. – P. 365–379. [https://doi.org/10.1016/S0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6)
6. Candela, C. G. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations / C. G. Candela, L. M. B. Lopez, V. L. Kohen // Nutrición Hospitalaria. – 2011. – Vol. 26, № 2. – P. 323–329. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.2.5117>
7. Blood levels of long-chain n-3 fatty acids and the risk of sudden death / C. M. Albert, H. Campos, M. J. Stampfer [et al.] // The New England Journal of Medicine. – 2002. – Vol. 346, № 15. – P. 1113–1118. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa012918>
8. Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction: results of the GISSI-Prevenzione trial // Lancet. – 1999. – Vol. 354, № 9177. – P. 447–455. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)07072-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)07072-5)
9. Omega-3 polyunsaturated fatty acids supplementation and cardiovascular outcomes: do formulation, dosage, and baseline cardiovascular risk matter? An updated meta-analysis of randomized controlled trials / M. Casula, E. Olmastroni, M. Gazzotti [et al.] // Pharmacological Research. – 2020. – Vol. 160. – Art. 105060. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105060>
10. Miller, P. E. Long-chain omega-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid and blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trial / P. E. Miller, M. Van Elswyk, D. D. Alexander // American Journal of Hypertension. – 2014. – Vol. 27, № 7. – P. 885–896. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpu024>



11. Simopoulos, A. P. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity / A. P. Simopoulos // *Nutrients*. – 2016. – Vol. 8, № 3. – Art. 128. <https://doi.org/10.3390/nu8030128>
12. Пищевые жирные кислоты. Влияние на риск болезней системы кровообращения / Н. В. Перова, В. А. Метельская, Е. И. Соколов [и др.] // *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. – 2011. – Т. 7, № 5. – С. 620–627. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2011-7-5-620-627>
13. Субботина, М. А. Физиологические аспекты использования жиров в питании / М. А. Субботина // *Техника и технология пищевых производств*. – 2009. – № 4 (15). – С. 54–57.
14. Растительные масла – функциональные продукты питания / И. В. Долголюк, Л. В. Терещук, М. А. Трубникова, К. В. Старовойтова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – № 2 (33). – С. 122–125.
15. Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: a randomized trial / D. J. Jenkins, C. W. Kendall, G. McKeown-Eyssen [et al.] // *JAMA*. – 2008. – Vol. 300, № 23. – P. 2742–2753. <https://doi.org/10.1001/jama.2008.808>
16. Современное состояние производства рапса и рапсового масла в Республике Беларусь / Н. Г. Королевич, И. А. Оганезов, Л. К. Ловкис, А. В. Буга // *Агропанорама*. – 2024. – № 4. – С. 36–42.
17. Республика Беларусь: стат. ежегодник / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2024. – 317 с.
18. Inflammatory markers, lipoprotein components and risk of major cardiovascular events in 65,005 men and women in the Apolipoprotein Mortality Risk study (AMORIS) / I. Holme, A. H. Aastveit, N. Hammar [et al.] // *Atherosclerosis*. – 2010. – Vol. 213, № 1. – P. 299–305. <http://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2010.08.049>

## References

1. Calder P. C. Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 2006, vol. 75, no. 3, pp. 197–202. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2006.05.012>
2. World Health Organization. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO Technical Report Series, no. 916*. Geneva, WHO, 2003. 149 p.
3. Mozaffarian D., Clarke R. Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2009, vol. 63, suppl. 2, pp. S22–S33. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602976>
4. World Health Organization. *REPLACE trans fat: an action package to eliminate industrially-produced trans-fat from the global food supply: trans fat free by 2023*. Geneva: WHO, 2018. 1 p.
5. Simopoulos A. P. The importance of the omega-6/omega-3 ratio. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2002, vol. 56, no. 8, pp. 365–379. [https://doi.org/10.1016/S0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6)
6. Candela C. G., Lopez L. M. B., Kohen V. L. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Nutrición Hospitalaria*, 2011, vol. 26, no. 2, pp. 323–329. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.2.5117>
7. Albert C. M., Campos H., Stampfer M. J., Ridker P. M., Manson J. E., Willett W. C., Ma J. Blood levels of long-chain n-3 fatty acids and the risk of sudden death. *The New England Journal of Medicine*, 2002, vol. 346, no. 15, pp. 1113–1118. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa012918>
8. GISSI-Prevenzione Investigators. Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction: results of the GISSI-Prevenzione trial. *Lancet*, 1999, vol. 354, no. 9177, pp. 447–455. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)07072-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)07072-5)
9. Casula M., Olmastroni E., Gazzotti M., Galimberti F., Zambon A., Catapano A. L. Omega-3 polyunsaturated fatty acids supplementation and cardiovascular outcomes: do formulation, dosage, and baseline cardiovascular risk matter? An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacological Research*, 2020, vol. 160, art. 105060. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105060>
10. Miller P. E., Van Elswyk M., Alexander D. D. Long-chain omega-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid and blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Hypertension*, 2014, vol. 27, no. 7, pp. 885–896. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpu024>
11. Simopoulos A. P. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 2016, vol. 8, no. 3, art. 128. <https://doi.org/10.3390/nu8030128>
12. Perova N. V., Metel'skaya V. A., Sokolov E. I., Shchukina G. N., Fomina V. M. Dietary fatty acids. Effects on the risk of cardiovascular diseases. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii = Rational Pharmacotherapy in Cardiology*, 2011, vol. 7, no. 5, pp. 620–627 (in Russian). <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2011-7-5-620-627>
13. Subbotina M. A. Physiological aspects of the use of fats in the nourishment. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Food Processing: Techniques and Technology*, 2009, no. 4 (15), pp. 54–57 (in Russian).
14. Dolgoluk I. V., Terechuk L. V., Trubnikova M. A., Starovojtova K. V. Vegetable oils as functional foods. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Food Processing: Techniques and Technology*, 2014, no. 2 (33), pp. 122–125 (in Russian).
15. Jenkins D. J., Kendall C. W., McKeown-Eyssen G., Josse R. G., Silverberg J., Booth G. L. [et al.]. Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: a randomized trial. *JAMA*, 2008, vol. 300, no. 23, pp. 2742–2753. <https://doi.org/10.1001/jama.2008.808>
16. Korolevich N. G., Oganезov I. A., Lovkis L. K., Buga A. V. Current state of rapeseed and rapeseed oil production in the Republic of Belarus. *Agropanorama*, 2024, no. 4, pp. 36–42 (in Russian).

17. *Republic of Belarus: statistical yearbook*. Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2024. 317 p. (in Russian).

18. Holme I., Aastveit A. H., Hammar N., Jungner I., Walldius G. Inflammatory markers, lipoprotein components and risk of major cardiovascular events in 65,005 men and women in the Apolipoprotein Mortality RISK study (AMORIS). *Atherosclerosis*, 2010, vol. 213, no. 1, pp. 299–305. <http://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2010.08.049>

### Информация об авторах

*Почицкая Ирина Михайловна* – доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник – заведующий сектором комплексных научных исследований питания республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pochitskaj@yandex.ru

*Журня Анна Александровна* – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник сектора комплексных научных исследований питания республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by

*Окулова Татьяна Витальевна* – научный сотрудник сектора комплексных научных исследований питания республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by

*Черняк Сергей Викторович* – научный сотрудник лаборатории артериальной гипертензии, Республиканский научно-практический центр «Кардиология» (ул. Розы Люксембург, 110б, 220036, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lapydus@yandex.by

### Information about the authors

*Iryna M. Pochitskaya* – Dr. Sc. (Engineering), Associate Professor, Chief Researcher – Head of the Sector for Comprehensive Scientific Research on Nutrition at the Republican Control and Testing Complex for Food Product Quality and Safety, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (29, Kozlov St., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pochitskaj@yandex.ru

*Hanna A. Zhurnia* – Ph. D. (Engineering), Leading Researcher of the Sector for Comprehensive Scientific Research on Nutrition at the Republican Control and Testing Complex for Food Product Quality and Safety, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (29, Kozlov St., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: otpit@tut.by

*Tatsiana V. Akulava* – Researcher of the Sector for Comprehensive Scientific Research on Nutrition at the Republican Control and Testing Complex for Food Product Quality and Safety, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (29, Kozlov St., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: otpit@tut.by

*Sergey V. Charnyak* – Researcher of the Laboratory of Arterial Hypertension, Republican Scientific and Practical Center “Cardiology” (110b, Roza Luxembourg St., 220036, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lapydus@yandex.by