

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВОПРОСЫ ПИТАНИЯ

VOPROSY PITANIYA
(PROBLEMS OF NUTRITION)

Основан в 1932 г.

ТОМ 88

№ 6, 2019

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов, которые рекомендованы Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК) для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Журнал представлен в следующих информационно-справочных изданиях и библиографических базах данных: Реферативный журнал ВИНТИ, Biological, MedART, eLibrary.ru, The National Agricultural Library (NAL), Nutrition and Food Database, FSTA, EBSCOhost, Health Index, Scopus, Web of Knowledge, Social Sciences Citation Index, Russian Periodical Catalog



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Тутельян Виктор Александрович, главный редактор, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией энзимологии питания, научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

Никитюк Дмитрий Борисович, заместитель главного редактора, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией спортивной антропологии и нутрициологии, директор ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

Вржесинская Оксана Александровна, ответственный секретарь редакции, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

Пузырева Галина Анатольевна, ответственный секретарь редакции, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

Арчаков Александр Иванович (Москва, Россия)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель ФГБУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича»

Багиров Вугар Алиевич (Москва, Россия)
член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, директор Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки России

Батурин Александр Константинович (Москва, Россия)
доктор медицинских наук, профессор, руководитель направления «Оптимальное питание» ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Бойцов Сергей Анатольевич (Москва, Россия)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России

Бреда Жоао (Копенгаген, Дания)
доктор медицинских наук, руководитель Европейского офиса по профилактике неинфекционных заболеваний и борьбе с ними и Программы по вопросам питания, физической активности и ожирения Европейского регионального бюро ВОЗ в отделе неинфекционных заболеваний и укрепления здоровья на всех этапах жизни

Валента Рудольф (Вена, Австрия)
профессор, руководитель Департамента иммунопатологии, кафедры патофизиологии и аллергии Медицинского университета г. Вены

Голухова Елена Зеликовна (Москва, Россия)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением неинвазивной аритмологии и хирургического лечения комбинированной патологии Института кардиохирургии им. В.И. Бураковского ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Григорьев Анатолий Иванович (Москва, Россия)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, советник РАН

Зайцева Нина Владимировна (Пермь, Россия)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора

Исаков Василий Андреевич (Москва, Россия)
доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением гастроэнтерологии и гепатологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Кочеткова Алла Алексеевна (Москва, Россия)
доктор технических наук, профессор, заведующая лабораторией пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Медведева Ирина Васильевна (Тюмень, Россия)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России

Нареш Маган (Лондон, Великобритания)
профессор факультета изучения окружающей среды и технологии Кренфильдского университета

Онищенко Геннадий Григорьевич (Москва, Россия)
академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой экологии человека и гигиены окружающей среды медико-профилактического факультета ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), первый заместитель председателя комитета Государственной Думы по образованию и науке

Попова Анна Юрьевна (Москва, Россия)
доктор медицинских наук, профессор, руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Салагай Олег Олегович (Москва, Россия)
кандидат медицинских наук, заместитель министра здравоохранения РФ

Стародубова Антонина Владимировна (Москва, Россия)
доктор медицинских наук, заведующая отделением персонализированной терапии и диетологии, заместитель директора по научной и лечебной работе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Суханов Борис Петрович (Москва, Россия)
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гигиены питания и токсикологии ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет)

Тсатсакис Аристидис Михаил (Крит, Греция)
академик РАН, профессор, руководитель Департамента токсикологии и судебной медицины при Университете Крита, председатель отдела морфологии Медицинской школы Университета Крита

Хотимченко Сергей Анатольевич (Москва, Россия)
член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий, первый заместитель директора ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акимов М.Ю. (Мичуринск, Тамбовская обл., Россия)
Бакиров А.Б. (Уфа, Россия)
Бессонов В.В. (Москва, Россия)
Боровик Т.Э. (Москва, Россия)
Камбаров А.О. (Москва, Россия)
Коденцова В.М. (Москва, Россия)
[Конь И.Я.] (Москва, Россия)
Кузьмин С.В. (Москва, Россия)
Мазо В.К. (Москва, Россия)
Погожева А.В. (Москва, Россия)
Попова Т.С. (Москва, Россия)

Сазонова О.В. (Самара, Россия)
Симоненко С.В. (Москва, Россия)
Скрябин Г.К. (Москва, Россия)
Сычик С.И. (Минск, Республика Беларусь)
Турчанинов Д.В. (Омск, Россия)
Хенсел А. (Берлин, Германия)
Шабров А.В. (Санкт-Петербург, Россия)
Шарафетдинов Х.Х. (Москва, Россия)
Шарманов Т.Ш. (Алматы, Казахстан)
Шевелева С.А. (Москва, Россия)
Шевырева М.П. (Москва, Россия)

Научно-практический журнал «Вопросы питания» № 6, 2019

Выходит 6 раз в год.
Основан в 1932 г.

Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № 77-14119 от 11.12.2002.

Все права защищены.

Никакая часть издания
не может быть воспроизведена
без согласия редакции.

При перепечатке публикаций
с согласия редакции ссылка
на журнал «Вопросы питания»
обязательна.

Ответственность за содержание
рекламных материалов
несут рекламодатели.

Адрес редакции

109240, г. Москва,
Устьинский проезд, д. 2/14,
ФГБУН «ФИЦ питания
и биотехнологии», редакция
журнала «Вопросы питания»
Телефон: (495) 698-53-60, 698-53-46
Факс: (495) 698-53-79

Научный редактор

Вржесинская Оксана Александровна:
(495) 698-53-30, red@ion.ru

Подписные индексы

каталог агентства «Роспечать»: 71422
каталог «Пресса России»: 88007

Сайт журнала: <http://vp.geotar.ru>

Издатель

ООО Издательская группа
«ГЭОТАР-Медиа»
115035, г. Москва, ул. Садовническая,
д. 11, стр. 12
Телефон: (495) 921-39-07
www.geotar.ru

Выпускающий редактор:
Красникова Ольга,
krasnikova@geotar.ru

Корректор: Макеева Елена

Верстка: Килимник Арина

Тираж 3000 экземпляров.
Формат 60x90 1/8.
Печать офсетная. Печ. л. 14.
Отпечатано в ООО «Типография
«Перфектум». 428000, г. Чебоксары,
ул. К. Маркса, д. 52, оф. 102.
Заказ №

© ООО Издательская группа
«ГЭОТАР-Медиа», 2019

Viktor A. Tutelyan, Editor-in-Chief, Full Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Nutrition Enzymology, Scientific supervisor of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety (Moscow, Russia)

Dmitriy B. Nikityuk, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Sport Anthropology and Nutrition, Director of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety (Moscow, Russia)

Oksana A. Vrzhesinskaya, Executive Secretary of the Editorial Office, PhD, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Vitamins and Minerals of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Galina A. Puzyreva, Executive Secretary of the Editorial Office, PhD, Candidate of Biological Sciences, Researcher of the Laboratory of Sport Anthropology and Nutrition of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety (Moscow, Russia)

Scientific and practical journal «Problems of Nutrition» N 6, 2019

6 times a year.
Founded in 1932.

The mass media registration
certificate PI N 77–14119
from 11.12.2002.

All rights reserved.

No part of the publication
can be reproduced without
the written consent of editorial office.

Any reprint of publications with consent
of editorial office should obligatory
contain the reference to the “Problems
of Nutrition” provided the work is
properly cited.

The content
of the advertisements is the
advertiser’s responsibility.

Address of the editorial office

109240, Moscow,
Ust’inskiy driveway, 2/14,
Federal Research Centre of Nutrition,
Biotechnology and Food Safety, editorial
office of the “Problems of Nutrition”
Phone: (495) 698-53-60, 698-53-46
Fax: (495) 698-53-79

Science editor

Vrzhesinskaya O.A.:
(495) 698-53-30, red@ion.ru

Subscription index

in catalogue of “Rospechat”: **71422**
in catalogue of “The Press of Russia”: **88007**

The journal’s website: <http://vp.geotar.ru>

Publisher

GEOTAR-Media Publishing Group
Sadovnicheskaya st.,
11/12, Moscow
115035, Russia
Phone: (495) 921-39-07
www.geotar.ru

Desk editor:

Krasnikova Olga,
krasnikova@geotar.ru

Proofreader: Makeeva E.I.

Layout: Kilimnik A.I.

Circulation of 3000 copies.

Format 60x90 1/8.

Offset printing. 14

LLC «Perfectum».

428000, Cheboksary,

K. Marx St., 52, office 102.

Order N

© GEOTAR-Media Publishing Group,
2019

Aleksander I. Archakov (Moscow, Russia)
Full Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific director of Institute of Biomedical Chemistry named after V.N. Orekhovich

Vugar A. Bagirov (Moscow, Russia)
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Department for Coordination and Support of Organizations in the Field of Agricultural Sciences the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation

Aleksander K. Baturin (Moscow, Russia)
Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department “Optimal Nutrition” of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Sergey A. Boytsov (Moscow, Russia)
Full Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, General director of National Medical Research Center of Cardiology

Joao Breda (Copenhagen, Denmark)
PhD MPH MBA, Head of WHO European Office for Prevention and Control of Noncommunicable Diseases & a.i. Programme Manager Nutrition, Physical Activity and Obesity of the Division of Noncommunicable Diseases and Promoting Health through the Life-course

Rudolf Valenta (Vienna, Austria)
Professor, Head of the Laboratory for Allergy Research of Division of Immunopathology at the Department of Pathophysiology and Allergy Research at the Center for Pathophysiology, Infectology and Immunology of Medical University of Vienna

Elena Z. Golukhova (Moscow, Russia)
Full Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Non-Invasive Arrhythmology and Surgical Treatment of Combined Pathology at the V.I. Bourakovskiy Institute for Cardiac Surgery of A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery

Anatoliy I. Grigoriev (Moscow, Russia)
Full Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Advisor of the Russian Academy of Sciences

Nina V. Zaytseva (Perm', Russia)
Full Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific supervisor of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies

Vasily A. Isakov (Moscow, Russia)
Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Gastroenterology and Hepatology of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Alla A. Kochetkova (Moscow, Russia)
Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Food Biotechnology and Specialized Preventive Products of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Irina V. Medvedeva (Tyumen, Russia)
Full Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of Tyumen State Medical University

Magan Naresh (London, United Kingdom)
Professor of Applied Mycology of Cranfield Soil and Agrifood Institute of Cranfield University

Gennady G. Onishchenko (Moscow, Russia)
Full Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, head of the Department of Human Ecology and Environmental Hygiene of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, First Deputy Chairman of the State Duma Committee on Education and Science

Anna Yu. Popova (Moscow, Russia)
Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing

Oleg O. Salagay (Moscow, Russia)
PhD, Candidate of Medical Sciences, Deputy Minister of Health Care of the Russian Federation

Antonina V. Starodubova (Moscow, Russia)
Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Personalized Therapy and Dietetics, Deputy Director for Scientific and Medical Work of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Boris P. Sukhanov (Moscow, Russia)
Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Hygiene and Toxicology at the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Aristides M. Tsatsakis (Crete, Greece)
Full Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, the Director of the Department of Toxicology and Forensic Sciences of the Medical School at the University of Crete and the University Hospital of Heraklion, the Chairman of the Division of Morphology of the Medical School of the University of Crete in Greece

Sergey A. Khotimchenko (Moscow, Russia)
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Food Toxicology and Safety Assessments of Nanotechnology, First Deputy Director of the Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety

EDITORIAL COUNCIL

Akimov M.Yu. (Michurinsk, Tambov Region, Russia)

Bakirov A.B. (Ufa, Russia)

Bessonov V.V. (Moscow, Russia)

Borovik T.E. (Moscow, Russia)

Kambarov A.O. (Moscow, Russia)

Kodentsova V.M. (Moscow, Russia)

[Kon' I.Ya.] (Moscow, Russia)

Kuzmin S.V. (Moscow, Russia)

Mazo V.K. (Moscow, Russia)

Pogozheva A.V. (Moscow, Russia)

Popova T.S. (Moscow, Russia)

Sazonova Olga V. (Samara, Russia)

Simonenko S.V. (Moscow, Russia)

Scryabin K.G. (Moscow, Russia)

Sychik S.I. (Minsk, Belarus)

Turchaninov Denis V. (Omsk, Russia)

Hensel A. (Berlin, Germany)

Shabrov A.V. (St. Petersburg, Russia)

Sharafetdinov Kh.Kh. (Moscow, Russia)

Sharmanov T.S. (Alma-Ata, Kazakhstan)

Sheveleva S.A. (Moscow, Russia)

Shevyreva M.P. (Moscow, Russia)

ОБЗОРЫ

Пырьева Е.А., Сафронова А.И.
Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения

Кашапов Р.И., Кашапов Р.Р.
Особенности питания спортсменов-стайеров в циклических видах спорта

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Максимов С.А., Карамнова Н.С., Шальнова С.А., Баланова Ю.А., Деев А.Д., Евстифеева С.Е., Имаева А.Э., Капустина А.В., Муромцева Г.А., Ротарь О.П., Шляхто Е.В., Бойцов С.А., Драпкина О.М.

Эмпирические модели питания в российской популяции и факторы риска хронических неинфекционных заболеваний (исследование ЭССЕ-РФ)

Мартинчик А.Н., Батурич А.К., Михайлов Н.А., Кешабянц Э.Э., Камбаров А.О.
Разработка и оценка достоверности базового индекса здорового питания населения России

Шулаев А.В., Улумбекова Г.Э., Китаева Э.А., Китаев М.Р.
Оценка приверженности населения здоровому питанию и физической культуре (по результатам анкетирования)

Пузин С.Н., Шургая М.А., Меметов С.С., Одебаева Р., Галь И.Г., Погосян Г.Э., Шаркунов Н.П.
Инвалидность вследствие артериальной гипертензии и алиментарные факторы, определяющие сердечно-сосудистый риск

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ

Волощук О.Н., Копыльчук Г.П., Голиней Т.Ю.
Биохимические маркеры функционального состояния печени крыс, содержащихся на рационах с различной обеспеченностью белком и сахарозой

МИКРОНУТРИЕНТЫ В ПИТАНИИ

Петров Н.А., Сидорова Ю.С., Перова И.Б., Кочеткова А.А., Мазо В.К.
Комплекс полифенолов черники, сорбированных на гречневой муке, как функциональный пищевой ингредиент

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Наприс Ж.С., Егорушкина Ю.С., Чугунова Г.Н.
Особенности лечебного питания больных анемией в пенитенциарных учреждениях

Лапик И.А., Гаппарова К.М., Чехонина Ю.Г.
Оценка эффективности диетотерапии с модификацией белкового компонента у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Перова И.Б., Рылина Е.В., Эллер К.И., Акимов М.Ю.
Исследование полифенольного комплекса и иридоидных гликозидов в различных сортах плодов жимолости съедобной *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn

Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И.
Нутриентный профиль персикового сока-пюре

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ВОПРОСЫ ПИТАНИЯ» ЗА 2019 ГОД

REVIEW

5 Pyryeva E.A., Safronova A.I.
The role of dietary fibers in the nutrition of the population

12 Kashapov R.I., Kashapov R.R.
Features of nutrition for athletes in cyclic endurance sports

HYGIENE OF NUTRITION

22 Maksimov S.A., Karamnova N.S., Shalnova S.A., Balanova Yu.A., Deev A.D., Evstifeeva S.E., Imaeva A.E., Kapustina A.V., Muromtseva G.A., Rotar O.P., Shlyakhto E.V., Boytsov S.A., Drapkina O.M.
Empirical dietary patterns in the Russian population and the risk factors of chronic non-infectious diseases (Research ECVD-RF)

34 Martinchik A.N., Baturin A.K., Mikhaylov N.A., Keshabyants E.E., Kambarov A.O.
Development and assessment of the reliability of the basic healthy eating index for the Russian population

45 Shulaev A.V., Ulumbekova G.E., Kitaeva E.A., Kitaev M.R.
Evaluation of population's commitment to healthy nutrition and physical culture (by results of the questionnaire)

52 Puzin S.N., Shurgaya M.A., Memetov S.S., Odebaeva R., Gal I.G., Pogosyan G.E., Sharkunov N.P.
Disability due to arterial hypertension and alimentary factors, determining cardiovascular risk

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF NUTRITION

61 Voloshchuk O.N., Kopylchuk G.P., Holinei T.Yu.
Biochemical markers of the functional state of liver in rats fed diets with different protein and sucrose content

MICRONUTRIENTS IN NUTRITION

68 Petrov N.A., Sidorova Yu.S., Perova I.B., Kochetkova A.A., Mazo V.K.
The complex of bilberry polyphenols, sorbed on the buckwheat flour as a functional food ingredient

DIET TREATMENT

73 Napris Zh.S., Egorushkina Yu.S., Chugunova G.N.
Features of clinical nutrition of patients with anemia in penitentiary institutions

80 Lapik I.A., Gapparova K.M., Chehonina Yu.G.
Efficiency estimation of diet therapy with protein component modification in patients with obesity and purine metabolism disorder

CHEMICAL COMPOSITION OF FOODSTUFFS

88 Perova I.B., Rylyina E.V., Eller K.I., Akimov M.Yu.
The study of the polyphenolic complex and iridoid glycosides in various cultivars of edible honeysuckle fruits *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn

100 Khomich L.M., Perova I.B., Eller K.I.
Peach juice-puree nutritional profile

110 INDEX OF ARTICLES PUBLISHED IN THE JOURNAL «PROBLEMS OF NUTRITION» FOR 2019

Для корреспонденции

Пырьева Екатерина Анатольевна – кандидат медицинских наук,
заведующая лабораторией возрастной нутрициологии
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Адрес: 109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14

Телефон: (495) 698-53-63

E-mail: epyrieva@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9110-6753>

Пырьева Е.А., Сафронова А.И.

Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения

The role of dietary fibers
in the nutrition
of the population

Pyryeva E.A., Safronova A.I.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия
Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety,
Moscow, Russia

Одним из важных компонентов пищевого рациона с установленными функциональными свойствами являются пищевые волокна. Оптимальное поступление пищевых волокон в организм вносит существенный вклад в сохранение здоровья, в том числе за счет способности поддерживать функционирование желудочно-кишечного тракта, предупреждать формирование нарушений обмена веществ (избытка массы тела, ожирения, гиперлипидемий), снижать риск сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Обсуждается дозозависимый эффект пищевых волокон, их количественные и качественные характеристики, а также источники в структуре питания современного человека. Представлены различные подходы к нормированию потребления пищевых волокон для различных групп населения, существующие в мировой практике.

Ключевые слова: пищевые волокна, пребиотики, сердечно-сосудистые заболевания, кишечная микробиота, ожирение, питание

Dietary fibers are the important components of the diet with functional properties. The importance of optimal intake of dietary fibers for saving health, gastrointestinal functions, prevention of metabolic disorders (overweight, obesity, hyperlipidemia), reducing the risk of cardiovascular and cancer diseases has been proved. The dose-dependent effect of dietary fibers, their quantitative and qualitative characteristics, as well as food sources in the structure of nutrition are discussed. Different approaches to standardization the consumption of dietary fibers, existing in the world practice, are presented.

Keywords: dietary fibers, prebiotics, cardiovascular diseases, gut microbiota, obesity, nutrition

Для цитирования: Пырьева Е.А., Сафронова А.И. Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения // Вопр. питания. 2019. Т. 88, № 6. С. 5–11. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10059

Статья поступила в редакцию 17.10.2019. Принята в печать 19.11.2019.

For citation: Pyryeva E.A., Safronova A.I. The role of dietary fibers in the nutrition of the population. Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): 5–11. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10059 (in Russian)

Received 17.10.2019. Accepted 19.11.2019.

Среди глобальных проблем современного общества особо выделяется рост числа неинфекционных заболеваний (НИЗ) и связанных с этим социально-экономических рисков. Известно, что смертность от основных НИЗ составляет 68,5% общей смертности населения и приводит к значимому социально-экономическому ущербу – до 78,7% потерь в экономике РФ. Профилактика признана самым эффективным и экономически целесообразным способом борьбы с НИЗ, обеспечивая успех более чем на 50% [1].

Значительная доля НИЗ обусловлена факторами, связанными с нерациональным питанием и малоподвижным образом жизни. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), недостаточное потребление фруктов и овощей в мире за 1 исследуемый год привело к 2,7 млн смертей, в то время как малоподвижный образ жизни стал причиной меньшего числа смертей – 1,9 млн [2, 3]. В связи с этим совершенствуются подходы к организации питания для различных групп населения, изучается роль отдельных нутриентов, их функциональных возможностей в свете профилактики НИЗ.

В последние годы все большее внимание привлекают пищевые волокна (ПВ) как неотъемлемая составляющая рациона здорового питания. Изучаются качественные характеристики ПВ, их оптимальное количество в рационах питания населения, расширяются представления об их возможностях в функциональном питании. Доказано значение оптимального поступления ПВ для сохранения здоровья, учитывая их роль в поддержании нормального функционирования желудочно-кишечного тракта, профилактике нарушений обмена веществ (избытка массы тела, ожирения, гиперлипидемий), снижении риска развития сердечно-сосудистых (ССЗ) и онкологических заболеваний и др.

К положительным эффектам использования ПВ относят оптимизацию насыщения, замедление эвакуации пищи из желудка на фоне стимуляции моторной функции кишечника, увеличение массы фекалий, удержание воды в просвете кишечника, сорбцию желчных кислот, холестерина, замедление всасывания углеводов, регуляцию популяции кишечной микробиоты, а также

антиоксидантное действие. Все эти эффекты обуславливают возможность включения ПВ в диетологические программы по профилактике и лечению избыточной массы тела и ожирения, метаболического синдрома, желудочно-кишечных, онкологических и ССЗ [4, 5].

Термин «пищевые (диетические) волокна» впервые введен Е.Н. Hipsley в 1953 г. с целью обозначить «остатки растительных клеток, способных противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека» [5]. Н.С. Trowell и D.P. Burkitt дали определение ПВ как суммы полисахаридов и лигнина, которые не перевариваются эндогенными секретами желудочно-кишечного тракта человека [6].

ПВ также могут классифицироваться с учетом их пищевых источников, физических свойств (водорастворимости, вязкости), степени ферментируемости, химической структуры.

В зависимости от пищевого источника ПВ делятся на ПВ растительного (крахмал картофеля, зеленых бананов и др.) и животного (хитин и хитозан крабов и омаров) происхождения [7].

По растворимости ПВ подразделяют на 2 группы: водорастворимые (пектин, камеди, слизи, некоторые дериваты целлюлозы) и водонерастворимые (целлюлоза, лигнин).

По степени микробной ферментации в толстой кишке выделяют почти полностью ферментируемые ПВ (пектин, камеди, слизи, гемицеллюлоза), частично ферментируемые (целлюлоза) и неферментируемые ПВ (лигнин).

Основные типы ПВ по химическому строению наиболее наглядно представлены на схеме (рис. 1), предложенной М.Д. Ардатской (2010) [5].

Европейское агентство по безопасности пищевой продукции (European Food Safety Authority, EFSA) рассматривает ПВ как сумму полисахаридов и лигнина, которые не перевариваются эндогенными секретами желудочно-кишечного тракта человека. Полисахариды включают некрахмальные полисахариды: целлюлозу, гемицеллюлозу, пектины, гидроколлоиды (камеди, слизи), резистентные олигосахариды (фрукто- и галактоолигосахариды), резистентный крахмал и др. [8].

На сегодняшний день нет единых четких рекомендаций по оптимальному уровню потребления ПВ. EFSA в качестве критерия для определения адекватного потребления ПВ использует их влияние на функции кишечника. Адекватной дозой ПВ в рационе питания взрослого населения эксперты EFSA считают 25 г/сут. Исследования по определению адекватного уровня потребления ПВ для детей ограничены и более противоречивы.

Расчет ПВ, как правило, ведется с учетом энергетической ценности рациона и величины потребления ПВ на уровне 2 г на МДж, что считается адекватным для обеспечения нормальной перистальтики кишечника. При этом потребление ПВ больше 25 г/сут способно обеспечить снижение риска ССЗ и сахарного диабета 2 типа, а также оно позитивно влияет на индекс массы тела [8].

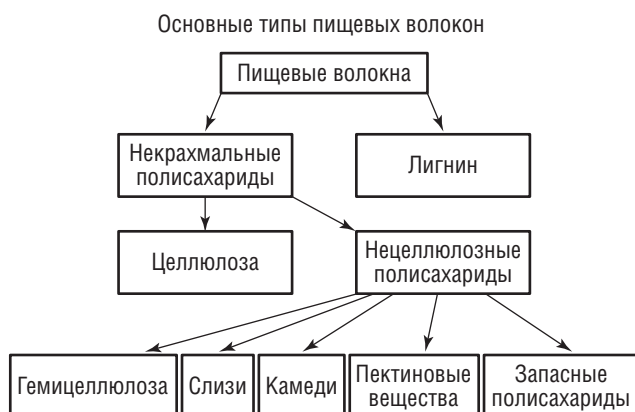


Рис. 1. Основные типы пищевых волокон

Таблица 1. Рекомендуемое потребление пищевых волокон (ПВ) для детей в США с учетом энергетической ценности рациона

Возраст, годы	Энергетическая ценность рациона, ккал	Количество ПВ, г	
		мальчики	девочки
1–3	1372	19	
4–8	1759	25	
9–13	2214/1857	31	26
14–18	2714/1857	38	26

В соответствии с рекомендациями Американской академии педиатрии (American Academy of Pediatrics) потребление ПВ детьми должно находиться в пределах 0,5 г/кг массы тела в сутки и составлять для детей 3–19 лет с нормальной массой тела 7–35 г/сут для мальчиков и 6–29 г/сут для девочек; для подростков с избыточной массой тела и ожирением рекомендуется более высокое потребление ПВ – до 40 г/сут [9]. При этом потребление подростками ПВ свыше 30 г/сут на фоне недостаточного потребления минеральных веществ (кальция, железа, цинка и др.) может приводить к их дефициту, а содержание ПВ в рационе 25 г/сут не дает побочных эффектов даже при дефиците минеральных веществ [10].

В 2002 г. Академией наук США потребление ПВ гармонизировано с энергетической ценностью рациона питания (табл. 1) путем установления уровня 14 г на 1000 ккал, обозначенного как надлежащий, для всех возрастных групп (начиная с детей первого года жизни) [7]. Следует отметить, что эта величина (14 г/1000 ккал) экстраполирована на детей с учетом эпидемиологических данных по снижению риска ишемической болезни сердца у взрослых.

Нормы потребления ПВ для взрослого населения в России, США, Великобритании, Японии и рекомендации EFSA представлены в табл. 2.

По данным французских исследователей, изучавших влияние потребления ПВ на факторы ССЗ у взрослых в возрасте от 20 до 89 лет (2532 мужчины и 3429 женщин), установлена способность ПВ из зерновых, дополнительно обогащенных этими нутриентами, служить фактором профилактики сердечно-сосудистой патологии и избыточной массы тела [14].

Позитивное влияние ПВ на поддержание оптимальной массы тела было продемонстрировано в анализе CARDIA. В сравнительное исследование вошли результаты 27 клинических исследований, в которых приняли участие 2909 лиц молодого возраста (от 18 до 30 лет), не имевших отклонений в состоянии здоровья. Увеличение поступления ПВ ассоциировалось со снижением энергетической ценности рациона на 10%, а также уровня постпрандиальной гликемии, инсулинемии, холестеринемии и триглицеридемии. При длительном наблюдении установлено снижение синтеза атерогенных липопротеинов, оптимизация массы тела [14].

Значительное количество исследований оценивали связь повышенного потребления ПВ с риском ССЗ [15].

Таблица 2. Нормы потребления пищевых волокон (г/сут)

Группа населения	Россия, 2008 [11]	США, 2010 [10]*	Великобритания, 2011 [12]	Япония, 2015 [13]	EFSA, 2017 [8]
Взрослые	20	30 (м) 21 (ж)	30	≥18–20	25

Примечание. * – данные Institute of Medicine, National Academies; м – мужчины; ж – женщины.

На основании анализа 7 проспективных когортных исследований из базы MEDLINE установлен дозозависимый эффект ПВ в отношении профилактики сердечно-сосудистой патологии. Так, у людей с факторами риска развития ССЗ большее количество цельнозерновых продуктов в рационе питания (в среднем 2,5 порции/сут против 0,2 порции/сут) ассоциировалось со снижением числа случаев сердечно-сосудистой патологии на 21% [16].

В крупномасштабном исследовании в Великобритании с участием 5496 мужчин и женщин была подтверждена взаимосвязь между потреблением богатых ПВ цельнозерновых продуктов и риском ожирения, инсулинорезистентности, сахарного диабета 2 типа и субклинических ССЗ. Оценку рисков проводили на основе анализа в крови уровня С-реактивного белка, сывороточного инсулина, глюкозы, а также индекса инсулинорезистентности (НОМА) и глюкозотолерантного теста. Аналогичные исследования подтвердили обратную зависимость между потреблением цельнозерновых продуктов и ожирением, инсулинорезистентностью, тощачковой гипергликемией, впервые диагностированным сахарным диабетом, но не с ССЗ, протекающими субклинически [17–19].

Особый интерес вызывают исследования по влиянию рационов питания с различным уровнем ПВ на состояние кишечной микробиоты. Последняя представляет собой наиболее разнообразное и метаболически активное сообщество организма, состоящее из примерно $3,9 \times 10^{13}$ микробных клеток, что составляет до 95% клеток нашего тела [20]. Микроорганизмы принимают участие в осуществлении различных функций организма человека, включая ферментацию неперевариваемых компонентов, синтез некоторых витаминов, участвуют в обеспечении колонизационной резистентности, иммунологических реакциях, метаболизме холестерина, стимуляции всасывания кальция и др. (рис. 2) [21].

Влияние ПВ на состояние микробиоты кишечника продемонстрировано отдельно для различных видов ПВ. Для большинства ПВ характерно положительное влияние на бифидо- и/или лактобактерии, для некоторых видов – на отдельных представителей условно-патогенной микрофлоры. Например, потребление полидекстрозы приводит к дозозависимому снижению содержания бактериоидов, ПВ пшеницы – *Cl. perfringens* [22].

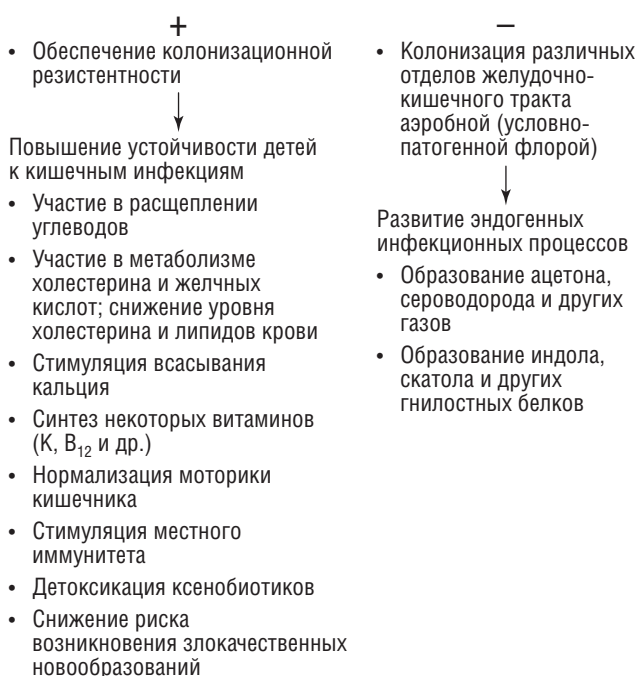


Рис. 2. Роль кишечной микрофлоры

Считается, что ПВ реализуют действие на кишечную микрофлору путем влияния на образование метаболитов короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), таких как ацетат, пропионат и бутират, обладающих уникальными физиологическими эффектами. Наибольшую эффективность оказывает бутират, являющийся энергетическим источником для колоноцитов, способствующим их пролиферации и дифференцировке. КЦЖК также регулируют абсорбцию кальция и ряда других нутриентов, а также участвуют в регуляции баланса натрия и воды. Их влияние на микрофлору кишечника связано со способностью понижать внутрикишечный pH, что способствует росту бифидо- и лактобактерий и подавляет рост условно-патогенных микроорганизмов [23].

В 2018 г. опубликован метаанализ, который объединил данные электронных баз MEDLINE, EMBASE, CENTRAL и CINAH, посвященный влиянию ПВ на состав кишечной микробиоты у взрослых. В анализ включено 64 плацебо-контролируемых исследования с вовлечением 2099 участников. Оценивали общее количество бифидо- и лактобактерий, а также концентрацию КЦЖК. Достаточное присутствие в рационе ПВ приводило к большему разнообразию в составе кишечной микробиоты *Bifidobacterium* spp. ($p < 0,00001$) и *Lactobacillus* spp. ($p = 0,02$), а также концентрации фекального бутирата ($p = 0,05$) по сравнению с плацебо или группой с низким содержанием ПВ в рационе. В исследовании были выделены группы, получавшие пребиотики (олигосахариды фруктанового типа), для которых показано значительно более высокое разнообразие *Bifidobacterium* spp. и *Lactobacillus* spp. по сравнению с другими группами ($p < 0,00001$) [24].

В 1970-х гг. высказывалось много предположений о влиянии потребления ПВ на риск развития колоректального рака. Они основывались преимущественно на взаимосвязи частоты развития колоректального рака с национальными особенностями, а также высоким или низким уровнем потребления ПВ. Проводились и интервенционные исследования, которые на тот момент не увенчались успехом [25].

Большое мультицентровое проспективное европейское исследование в области рака и питания (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition, EPIC) с участием около полумиллиона человек из 10 стран выявило связь диеты, обогащенной ПВ, с выживаемостью пожилых людей. Общее потребление ПВ ассоциировалось со снижением риска колоректального рака, ПВ злаковых – риска развития рака желудка. При этом не установлено влияния потребления ПВ на риск развития рака предстательной железы [26–28].

Основными источниками ПВ в питании служат овощи, фрукты, зерновые, бобовые, сухофрукты. «Здоровый рацион должен включать, по меньшей мере, 400 г (5 порций) фруктов и овощей в день...» [29]. Жители США потребляют ПВ около 15 г/сут, потребление ПВ подростками США находится на уровне 12–15 г/сут [30]. В рационе американца самыми популярными источниками ПВ служат мука, зерновые и картофель, в то время как фрукты, бобовые и орехи менее востребованы [31].

В нашей стране суточная потребность населения в ПВ практически во всех регионах удовлетворяется лишь на 1/3 [5], что связано с нарушением структуры питания населения. Основной причиной является недостаточное содержание в рационе основных источников ПВ: фруктов и овощей, продуктов, содержащих цельное зерно, муку грубого помола, отруби, а также тот факт, что используемые в пищу продукты из злаковых (макаронные изделия, хлеб из муки высшего сорта, шлифованный рис, очищенные и обработанные крупы) не являются полноценными источниками ПВ и т.д.

Исследование, проведенное в 38 регионах РФ, выявило существенные нарушения структуры питания и детского населения: снижение потребления свежих овощей (35%) и фруктов (15%), избыточное потребление сахара и кондитерских изделий (65,5%) [32]. В результате этих нарушений у 77% детей сформировался несбалансированный рацион, который характеризует в том числе высокое потребление моно- и дисахаридов при снижении полисахаридов и ПВ [32, 33].

Одним из общепризнанных способов, позволяющих уменьшить дефицит ПВ в питании населения, служит их дополнительное введение в состав пищевой продукции, в первую очередь на зерновой основе. В настоящее время в структуре зерновых продуктов преобладают изделия из пшеничной муки высшего и первого сорта с невысокой пищевой ценностью. Перспективно расширение производства продукции на зерновой основе с оптимальным содержанием ПВ за счет использования овощных и фруктовых порошков, ПВ злаков

и др. Развитие производства обогащенных зерновых продуктов соответствует Основам государственной политики в области здорового питания, Доктрине продовольственной безопасности, Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности.

Современное производство учитывает тенденции нутрициологии. Ассортимент богатых ПВ продуктов на зерновой основе постоянно пополняется за счет использования новых видов сырья, новых вкусовых сочетаний, в том числе новых видов продукции, позволяющей организовать правильный перекус. Примером таких

продуктов могут быть злаковые батончики, производство которых за последние годы значительно выросло. Использование в питании этой группы продуктов позволяет организовать дополнительный прием пищи, который способен обогатить рацион питания отдельными нутриентами, в частности ПВ.

Финансирование. Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Сведения об авторах

Пырьева Екатерина Анатольевна (Pyrieva Ekaterina A.) – кандидат медицинских наук, заведующая лабораторией возрастной нутрициологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: epyrieva@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9110-6753>

Сафронова Адиля Ильгизовна (Safronova Adilya I.) – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории возрастной нутрициологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: sai1509@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6023-8737>

Литература

- Бойцов С.А., Чучалин А.Г. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний : рекомендации. М., 2013. 128 с.
- Section «A food and physical activity». An official site of World Health Organization in Russia. URL: <http://www.who.int/diet-physicalactivity/ru/>
- Section «Food». An official site of World Health Organization in Russia. URL: http://www.who.int/child_adolescent_health/topics/prevention_care/child/nutrition/ru/
- Храмцов А.Г., Рябцева С.А., Будкевич Р.О., Ахмедова В.Р., Родная А.Б., Маругина Е.В. Пребиотики как функциональные пищевые ингредиенты: терминология, критерии выбора и сравнительной оценки, классификация // *Вопр. питания*. 2018. Т. 87, № 1. С. 5–17. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10001
- Ардатская М.Д. Клиническое применение пищевых волокон : методическое пособие. М. : 4ТЕ Арт, 2010. 48 с.
- Trowell H.C., Burkitt D.P. The development of the concept of dietary fibre // *Mol. Aspects Med.* 1987. Vol. 9, N 1. P. 7–15. URL: [https://doi.org/10.1016/0098-2997\(87\)90013-6](https://doi.org/10.1016/0098-2997(87)90013-6)
- Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids. Washington, DC : National Academy of Sciences, 2002.
- Dietary Reference Values for Nutrients Summary Report. European Food Safety Authority (EFSA). Approved: 4 December 2017. doi: 10.2903/sp.efsa.2017.e15121.
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes: energy, carbohydrates, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington, DC : National Academies Press, 2005.
- US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans. 7th ed. Washington, DC : US Government Printing Office, 2010.
- Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : методические рекомендации. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.
- British Nutrition foundation. Nutrition Requirements. 2016.
- Dietary Reference Intakes for Japanese. 2015. URL: <http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/Overview.pdf>
- Lairon D. Dietary fiber and control of body weight // *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2007. Vol. 17. P. 1–6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2006.07.006>
- Mellen P.B., Walsh T.F., Herrington D.M. Whole grain intake and cardiovascular disease: a meta-analysis // *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2008. Vol. 18, N 4. P. 283–290. doi: 10.1016/j.numecd.2006.12.008
- Lorenzo C., Williams K., Hunt K.J., Haffner S.M. The National Cholesterol Education Program – Adult Treatment Panel III, International Diabetes Federation, and World Health Organization definitions of the metabolic syndrome as predictors of incident cardiovascular disease and diabetes // *Diabetes Care.* 2007. Vol. 30, N 1. P. 8–13.
- Lutsey P.L., Jacobs D.R. Jr, Kori S., Mayer-Davis E., Shea S., Steffen L.M. et al. Whole grain intake and its cross-sectional association with obesity, insulin resistance, inflammation, diabetes and subclinical CVD: The MESA Study // *Br. J. Nutr.* 2007. Vol. 98, N 2. P. 397–405.
- Gibson R., Eriksen R., Chambers E., Gao H., Aresu M., Heard A. et al. Intakes and food sources of dietary fibre and their associations with measures of body composition and inflammation in UK adults: cross-sectional analysis of the airwave health monitoring study // *Nutrients.* 2019. Vol. 11, N 8. Article ID E1839. doi: 10.3390/nu11081839
- Wang Y., Duan Y., Zhu L., Fang Z., He L., Ai D. et al. Whole grain and cereal fiber intake and the risk of type 2 diabetes: a meta-analysis // *Int. J. Mol. Epidemiol. Genet.* 2019. Vol. 10, N 3. P. 38–46.
- Sender R., Fuchs S., Milo R. Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body // *PLoS Biol.* 2016. Vol. 14, N 8. Article ID e1002533. doi: 10.1371/journal.pbio.1002533
- Сафронова А.И., Конь И.Я., Георгиева О.В. Обогащение продуктов детского питания пребиотиками: достижения и проблемы // *Вопр. соврем. педиатрии*. 2013. № 1. С. 87–92.

22. Slavin J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits // *Nutrients*. 2013. Vol. 5. P. 1417–1435. doi: 10.3390/nu5041417
23. Makki K., Deehan E.C., Walter J., Bäckhed F. The impact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease // *Cell Host Microbe*. 2018. Vol. 23, N 6. P. 705–715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.05.012>
24. So D., Whelan K., Rossi M., Morrison M., Holtmann G., Kelly J.T. et al. Dietary fiber intervention on gut microbiota composition in healthy adults: a systematic review and meta-analysis // *Am. J. Clin. Nutr.* 2018. Vol. 107, N 6. P. 965–983. doi: 10.1093/ajcn/nqy041
25. Lanza E., Yu B., Murphy G., Albert P.S., Chan B., Marshall J.R. et al. The polyp prevention trial continued follow-up study: no effect of a low-fat, high-fiber, high-fruit and vegetable diet on adenoma recurrence eight years after randomization // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2007. Vol. 16. P. 1745–1752. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-07-0127
26. Bradbury K.E., Appleby P.N., Key T.J. Fruit, vegetable, and fiber intake in relation to cancer risk: findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) // *Am. J. Clin. Nutr.* 2014. Vol. 100, suppl. 1. P. 394S–398S. URL: <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071357>
27. Kliemann N., Murphy N., Viallon V., Freisling H., Tsilidis K.K., Rinaldi S. et al. Predicted basal metabolic rate and cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) // *Int. J. Cancer*. 2019 Oct 25. doi: 10.1002/ijc.32753. [Epub ahead of print]
28. Benisi-Kohansal S., Saneei P., Salehi-Marzjafari M., Larijani B., Esmaillzadeh A. Whole-grain intake and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies // *Adv. Nutr.* 2016. Vol. 7, N 6. P. 1052–1065. doi: 10.3945/an.115.011635
29. Whole Grains Council. Whole Grain Statistics. URL: <http://www.wholegrainscouncil.org/newsroom/whole-grain-statistics>
30. Slavin J.L. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber // *J. Am. Diet. Assoc.* 2008. Vol. 108. P. 1716–1731. doi: 10.1016/j.jada.2008.08.007
31. Hoy M.K., Goldman J.D., Sebastian R.S. Fruit and vegetable intake of US adults estimated by two methods: What We Eat In America, National Health and Nutrition Examination Survey 2009–2012 // *Public Health Nutr.* 2016. Vol. 19, N 14. P. 2508–2512. doi: <https://doi.org/10.1017/S1368890016000628>
32. Батурин А.К., Кешабянц Э.Э., Сафронова А.М., Нетребенко О.К. Программирование питанием: питание детей старше года // *Педиатрия. Журн. им. Г.С. Сперанского*. 2013. Т. 92, № 2. С. 92–99.
33. Федеральная служба государственной статистики. Выборочное наблюдение поведенческих факторов, влияющих на состояние здоровья населения 2013. URL: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/ZDOR/Sdp2013.Bfs.Publisher/index.html

References

1. Boytsov S.A., Chuchalin A.G. Prevention of chronic noninfectious diseases. Recommendation. Moscow, 2013: 128 p. (in Russian)
2. Section «A food and physical activity». An official site of World Health Organization in Russia. URL: <http://www.who.int/diet-physicalactivity/ru/>
3. Section «Food». An official site of World Health Organization in Russia. URL: http://www.who.int/child_adolescent_health/topics/prevention_care/child/nutrition/ru/
4. Khramtsov A.G., Ryabtseva S.A., Budkevich R.O., Akhmedova V.R., Rodnaya A.B., Marugina E.V. Prebiotics as functional food ingredients: terminology, choice and comparative evaluation criteria, classification. *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition]. 2018; 87 (1): 5–17. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10001. (in Russian)
5. Ardatskaya M.D. Clinical application of dietary fiber: Methodical manual. Moscow: 4TE Art, 2010: 48 p. (in Russian)
6. Trowell H.C., Burkitt D.P. The development of the concept of dietary fibre. *Mol Aspects Med.* 1987; 9 (1): 7–15. URL: [https://doi.org/10.1016/0098-2997\(87\)90013-6](https://doi.org/10.1016/0098-2997(87)90013-6)
7. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2002.
8. Dietary Reference Values for Nutrients Summary Report. European Food Safety Authority (EFSA). Approved: 4 December 2017. doi: 10.2903/sp.efsa.2017.e15121
9. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes: energy, carbohydrates, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington, DC: National Academies Press, 2005.
10. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans. 7th ed. Washington, DC: US Government Printing Office, 2010.
11. Norms of physiological requirements in energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Methodical recommendations. Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009: 36 p. (in Russian)
12. British Nutrition foundation. Nutrition Requirements. 2016.
13. Dietary Reference Intakes for Japanese. 2015. URL: <http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/Overview.pdf>
14. Lairon D. Dietary fiber and control of body weight. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2007; 17: 1–6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2006.07.006>
15. Mellen P.B., Walsh T.F., Herrington D.M. Whole grain intake and cardiovascular disease: a meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2008; 18 (4): 283–90. doi: 10.1016/j.numecd.2006.12.008
16. Lorenzo C., Williams K., Hunt K.J., Haffner S.M. The National Cholesterol Education Program – Adult Treatment Panel III, International Diabetes Federation, and World Health Organization definitions of the metabolic syndrome as predictors of incident cardiovascular disease and diabetes. *Diabetes Care.* 2007; 30 (1): 8–13.
17. Lutsey P.L., Jacobs D.R. Jr, Kori S., Mayer-Davis E., Shea S., Steffen L.M., et al. Whole grain intake and its cross-sectional association with obesity, insulin resistance, inflammation, diabetes and subclinical CVD: The MESA Study. *Br J Nutr.* 2007; 98 (2): 397–405.
18. Gibson R., Eriksen R., Chambers E., Gao H., Aresu M., Heard A., et al. Intakes and food sources of dietary fibre and their associations with measures of body composition and inflammation in UK Adults: cross-sectional analysis of the airwave health monitoring study. *Nutrients.* 2019; 11 (8): E1839. doi: 10.3390/nu11081839
19. Wang Y., Duan Y., Zhu L., Fang Z., He L., Ai D., et al. Whole grain and cereal fiber intake and the risk of type 2 diabetes: a meta-analysis. *Int J Mol Epidemiol Genet.* 2019; 10 (3): 38–46.
20. Sender R., Fuchs S., Milo R. Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLoS Biol.* 2016; 14 (8): e1002533. doi: 10.1371/journal.pbio.1002533
21. Safronova A.I., Kon I.Ya., Georgieva O.V. Enrichment of products for children food with prebiotics: achievements and challenges *Voprosy sovremennoy pediatrii* [Problems of Modern Pediatrics]. 2013; (1): 87–92. (in Russian)
22. Slavin J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients.* 2013; 5: 1417–35. doi: 10.3390/nu5041417
23. Makki K., Deehan E.C., Walter J., Bäckhed F. The impact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease. *Cell Host Microbe.* 2018; 23 (6): 705–15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.05.012>
24. So D., Whelan K., Rossi M., Morrison M., Holtmann G., Kelly J.T., et al. Dietary fiber intervention on gut microbiota composition in

- healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2018; 107 (6): 965–83. doi: 10.1093/ajcn/nqy041
25. Lanza E., Yu B., Murphy G., Albert P.S., Chan B., Marshall J.R., et al. The polyp prevention trial continued follow-up study: no effect of a low-fat, high-fiber, high-fruit and vegetable diet on adenoma recurrence eight years after randomization. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2007; 16: 1745–52. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-07-0127
26. Bradbury K.E., Appleby P.N., Key T.J. Fruit, vegetable, and fiber intake in relation to cancer risk: findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Am J Clin Nutr.* 2014; 100 (suppl 1): 394S–8S. URL: <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071357>
27. Kliemann N., Murphy N., Viallon V., Freisling H., Tsilidis K.K., Rinaldi S., et al. Predicted basal metabolic rate and cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Int J Cancer.* 2019 Oct 25. doi: 10.1002/ijc.32753. [Epub ahead of print]
28. Benisi-Kohansal S., Saneei P., Salehi-Marzijarani M., Larjani B., Esmailzadeh A. Whole-grain intake and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Adv Nutr.* 2016; 7 (6): 1052–65. doi: 10.3945/an.115.011635
29. Whole Grains Council. Whole Grain Statistics. URL: <http://www.wholegrainscouncil.org/newsroom/whole-grain-statistics>
30. Slavin J.L. Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc.* 2008; 108: 1716–31. doi: 10.1016/j.jada.2008.08.007
31. Hoy M.K., Goldman J.D., Sebastian R.S. Fruit and vegetable intake of US adults estimated by two methods: What We Eat In America, National Health and Nutrition Examination Survey 2009–2012. *Public Health Nutr.* 2016; 19 (14): 2508–12. doi: <https://doi.org/10.1017/S1368980016000628>
32. Baturin A.K., Keshabyants E.E., Safronova A.M., Netrebenko O.K. Food programming: nutrition of children over one year. *Pediatrics Journal named after G.N. Speranskiy.* 2013; 92 (2): 92–9. (in Russian)
33. Federal State Statistics Service. Selective observation of behavioral factors affecting the health status of the population 2013. URL: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/ZDOR/Sdp2013.Bfs.Publisher/index.html. (in Russian)

Для корреспонденции

Кашапов Равиль Исакович – доцент кафедры
медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Поволжская
государственная академия физической культуры, спорта
и туризма»
Адрес: 420010, Россия, г. Казань, Деревня Универсиады, д. 35
Телефон: (843) 294-90-66
E-mail: kashapov_ri@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1582-1373>

Кашапов Р.И., Кашапов Р.Р.

Особенности питания спортсменов-стайеров в циклических видах спорта

Features of nutrition
for athletes
in cyclic endurance sports

Kashapov R.I., Kashapov R.R.

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», Казань, Россия
Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism,
Kazan, Russia

Количество различных спортивных мероприятий, в которых требуется проявление выносливости, ежегодно увеличивается. Среди широких слоев населения растет число участников таких соревнований, как марафонский бег, велосипедные гонки по шоссе, плавание на открытой воде и триатлон. В связи с этим большое внимание уделяется научному исследованию различных аспектов питания как фактора энергосинтеза в мышечных тканях во время продолжительной физической работы. В обзоре представлен анализ данных по питанию спортсменов различных видов спорта, которые имеют длительный и сверхдлительный характер двигательной активности. Приведены сведения о роли основных энергетических макронутриентов (углеводов и жиров) в биохимических процессах организма спортсменов во время долгосрочной тренировочной и соревновательной деятельности. Проанализирована эффективность их потребления для повышения работоспособности в циклических видах спорта при продолжительных нагрузках. В статье рассмотрены различные варианты использования определенных композиций для улучшения показателей выносливости, а также возможные нежелательные последствия в случае применения пищевых веществ спортсменами-стайерами.

Ключевые слова: спортсмены, физическая нагрузка, выносливость, спортивное питание, углеводы, жиры

The number of different endurance sporting events is increasing annually. In the general population the number of participants in such competitions as marathon running, road racing, open water swimming and triathlon is growing. In this regard, much attention is paid to the scientific study of various aspects of nutrition as a factor in energy synthesis in muscle tissues during prolonged physical activity. The review summarizes an analysis of the nutritional data of athletes of various sports who have a long and extra-long physical activity. Information on the role of energy macronutrients (carbohydrates and

Для цитирования: Кашапов Р.И., Кашапов Р.Р. Особенности питания спортсменов-стайеров в циклических видах спорта // Вопр. питания. 2019. Т. 88, № 6. С. 12–21. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10060

Статья поступила в редакцию 02.09.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Kashapov R.I., Kashapov R.R. Features of nutrition for athletes in cyclic endurance sports. Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): 12–21. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10060 (in Russian)

Received 02.09.2019. **Accepted** 19.11.2019.

fats) in the biochemical processes in the organism of athletes during long-term training and competition activities is given. The effectiveness of their consumption to improve performance in cyclic sports during prolonged exercise is analyzed. Various options for using certain compositions to improve endurance indicators, as well as possible undesirable consequences of the use of some nutrients by athletes-stayers, are considered in the article.

Keywords: athletes, physical activity, endurance, sports nutrition, carbohydrates, fats

За последнее десятилетие заметно увеличилось число участников в соревнованиях на выносливость в таких видах спорта, как марафонский бег, велосипедные гонки по шоссе, плавание на открытой воде и триатлон [1, 2]. Например, с 2007 по 2018 г. число финишировавших на марафонских дистанциях 42 км 195 м в Российской Федерации выросло почти в 4 раза (по подсчетам портала probeg.org). В связи с этим как любители спорта, так и профессиональные спортсмены, а также их тренеры заинтересованы в исследовании факторов, оказывающих влияние на успешное преодоление длинных дистанций. Среди этих факторов важную роль играет питание как основа энергетического обеспечения организма стайеров во время активной мышечной деятельности.

С биохимической точки зрения успех в видах спорта, требующих проявления выносливости, во многом определяется величиной энергетических ресурсов и эффективностью их участия в энергообеспечении. Для выработки энергии во время соревнований в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости могут быть использованы углеводы, жиры и белки с относительным вкладом каждого из них в зависимости от существующих запасов энергии, интенсивности и продолжительности физической нагрузки [3]. Несмотря на то что углеводы являются главными энергетическими ресурсами, жиры имеют более существенную энергетическую ценность [4]. Роль белкового обмена в продолжительном энергообеспечении менее ясна, но они также могут быть важными субстратами производства энергии. Недавняя работа показала повышение в сыворотке крови уровня белков и цитокинов, участвующих в дальнейшей регуляции метаболизма глюкозы и жира, после тренировочной работы на выносливость (35-километровый пробег) [5]. Таким образом, основными поставщиками энергии, окисляемой в мышцах во время физической нагрузки на выносливость, являются углеводы и жиры [6]. Поэтому данный обзор посвящен изучению влияния данных макронутриентов на эффективность преодоления марафонских и сверхмарафонских дистанций.

Углеводы

Наиболее важным «топливом» во время продолжительной физической работы считаются углеводы. Помимо энергетической функции, углеводы выполняют

также запасающую функцию, которая реализуется благодаря полимеру глюкозы – гликогену. Запасы гликогена ограничены примерно до 2000 ккал, из них 1500 ккал вырабатывается в мышцах, остальное – в печени [7], поэтому очень важно, чтобы спортсмены потребляли углеводы во время длительной физической работы для поддержания уровня глюкозы в крови [8, 9]. Одним из способов повышения уровня гликогена является продолжительная углеводная разгрузка с последующей загрузкой [10]. В основе этого лежит биологический механизм суперкомпенсации, реализуемой после полного истощения запасов гликогена с последующим его сверхвосстановлением. Таким образом, в организме спортсмена происходит снижение углеводов до минимальных количеств, а затем после их включения в пищевой рацион в тот момент, когда организм уже адаптирован к отсутствию углеводов, происходит резкое увеличение содержания гликогена. В результате наблюдается увеличение аэробных качеств в 2 раза и потенциала мышечной силы в 1,5 раза. Например, пловцы-марафонцы сборной России положительно оценили проведение углеводной разгрузки в течение 3 дней с последующей загрузкой также в течение 3 дней [11].

В соответствии с консенсусными заявлениями ведущих руководящих органов США и Канады спортсменам рекомендуется принимать от 3 до 12 г углеводов на 1 кг массы тела в зависимости от интенсивности нагрузки [12, 13]. В отличие от жиров эндогенные запасы углеводов ограничены: гипогликемия, вызванная физической работой, вызывает усталость и, следовательно, снижает физическую работоспособность [14]. Однако немаловажную роль может играть качество углеводов, поскольку различные продукты, богатые углеводами, по-разному влияют на уровень постпрандиальной гликемии. При этом имеет значение то, что углеводсодержащие продукты классифицируют по значению гликемического индекса (ГИ) [15]. Продукты с высоким ГИ (>70) повышают концентрацию глюкозы в крови быстрее, чем продукты с низким уровнем ГИ (<55). Первоначально параметр ГИ использовался для выбора блюд и составления индивидуальных диет для пациентов с сахарным диабетом, но в настоящее время значения ГИ применяют при контроле массы тела и улучшении физической активности и спортивных результатов [16–20].

Результаты исследований влияния ГИ на аэробные способности и выносливость имеют неоднозначный ха-

ракти. В некоторых работах сообщается о повышении выносливости после приема продуктов с низким GI до тренировки по сравнению с эффектом после приема пищи с высоким GI [18–22], в то время как в других исследованиях имело место обратное [16, 17, 23]. Подобные расхождения в результатах могут быть, несомненно, связаны с различным значением GI, содержанием углеводов в пище, временем приема пищи, характером исследований и типом физических нагрузок. Например, в 2 исследованиях [17, 18] с аналогичными протоколами упражнений велосипедисты принимали 1 г на 1 кг массы тела углеводов за 45 мин до еды, но полученные результаты оказались разными. В работе [17] не обнаружено различий в характеристиках производительности в течение 15-минутного велосипедного теста, в то время как в работе [18] время преодоления дистанции 40 км значительно улучшилось. Полученные расхождения в результатах могут быть, несомненно, связаны как с разными значениями GI принимаемой пищи (низкий и средний GI в работе [17], высокий GI – в [18]), так и с различной цикличностью определения эффективности (15 мин – в [17], 90 мин – [18]). В нашей работе [11] было показано, что углеводная пища, содержащая сложные полисахариды с низким GI, способствует более быстрому восстановлению сил после объемных и интенсивных нагрузок. Тем не менее, по данным метаанализа 19 исследований было показано, что нет явной пользы для повышения выносливости после употребления продуктов с низким уровнем GI перед и во время тренировки [15], в то время как другой метаанализ 15 исследований показал, что выносливость увеличивается после приемы еды с низким GI более выражено, чем после потребления пищи с высоким GI [16]. Однако последний метаанализ, по-видимому, включает исследования низкого качества, поскольку исследуемый эффект не варьировал от таких показателей, как время преодоления дистанции и уровень подготовки спортсменов.

Данные литературы о влиянии диеты с высоким и низким GI, потребляемой в течение 3–5 дней, на выносливость или работоспособность ограничена несколькими исследованиями с неубедительными результатами. Например, в работе [26] показано, что самым важным фактором в улучшении спортивных результатов является соблюдение 3-дневной диеты с высоким содержанием углеводов с низким GI, в то время как в работе [27] с помощью тредмилметрии обнаружено, что 5-дневная высокоуглеводная диета с высоким или низким уровнем GI не влияет на время наступления утомления и длину преодолеваемой дистанции при максимальном потреблении кислорода (МПК) на уровне 65%. Есть вероятность того, что 3- или 5-дневная диеты являются слишком короткими, чтобы вызвать любые метаболические изменения и изменить спортивные результаты. Надо отметить, что более продолжительная (3-недельная) диета с низким уровнем GI значительно улучшает работоспособность бегунов в отличие от диеты со средним GI [28].

Смесь углеводов

На продолжительную двигательную активность может оказывать влияние и прием смеси углеводов, например глюкозы и фруктозы. В отличие от глюкозы фруктоза имеет низкий GI, что может благоприятно подействовать на длительную физическую работоспособность. Одновременное потребление большого количества глюкозы и фруктозы (>60 г/ч) во время длительных упражнений (>3 ч) приводит к увеличению расхода (окисления) экзогенных углеводов, снижению дистресса желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и повышению работоспособности [29]. Глюкоза и фруктоза всасываются в клетках кишечника при участии транспортных белков SGLT1 и GLUT5 соответственно [30]. Когда глюкоза потребляется со скоростью >60 г/ч, аллостерический центр регуляции активности SGLT1 насыщается и затем блокируется. Если глюкоза потребляется с такой скоростью и одновременно с этим происходит потребление другого углевода (фруктозы), использующего иной транспортер GLUT5, можно наблюдать существенное увеличение интенсивности окисления экзогенных углеводов.

Высокая скорость окисления углеводов под действием смеси углеводов наблюдается после употребления их не только в виде напитков, но и в виде гелей [31] и энергетических батончиков с низким содержанием жиров, белка и клетчатки [32]. В то же время при потреблении углеводов в виде гелей в количестве 1,4 г/мин в течение 16 км бега на открытом воздухе среднее время преодоления данной дистанции групп из 47 бегунов не отличалось для спортсменов после приема глюкозы (1:14:25±0:7:17) и после приема смеси глюкозы и фруктозы в соотношении 2:1 (1:14:41±0:7:10) [33]. В другой работе [34] исследование проводилось на беговой дорожке с участием 15 бегунов, которые во время преодоления 3 полумарафонов принимали углеводы (1,0 г/мин) в 3 различных видах (6% раствор глюкозы, гель, содержащий 20 г глюкозы в порции, и гель, содержащий 13 г глюкозы и 7 г фруктозы в порции). В данной работе также не было обнаружено зависимости между видом потребляемых углеводов и временем преодоления полумарафона. В другом беговом исследовании 11 мужчин во время 90-минутного футбольного протокола принимали углеводы в виде индивидуальной глюкозы и смеси глюкозы и фруктозы в соотношении 2:1 (1,0 г/мин) [35]. После протокола участники бежали до изнеможения на беговой дорожке со скоростью 12,8 км/ч (±20%). Время до истощения сильно не различалось (83±3 с для мужчин, принимавших смесь, и 77±7 с – после приема глюкозы), но тем не менее была тенденция к более длительному истощению после приема глюкозо-фруктозной смеси. Ни одно из исследований, в которых использовался бег, не продемонстрировало явных преимуществ при употреблении смеси углеводов, но применяемые протоколы могли быть слишком короткими. Так, при более продолжительном протоколе (120-минутный бег при субмаксимальной нагрузке с последующим 4-мильным

забегом на время) прием смеси глюкозы и фруктозы в соотношении 1,2:1 (1,3 г/мин) увеличивал показатели работоспособности, а также уменьшал дистресс ЖКТ и улучшал психологическое состояние [36].

Потребление велосипедистами смеси глюкозы и фруктозы в соотношении 2:1 позволяет спортсменам легче поддерживать постоянную частоту педалирования в течение продолжительной двигательной активности (5 ч) [37]. Было также показано, что прием напитка, содержащего смесь глюкозы и фруктозы в таком же соотношении, способен повышать физическую работоспособность велосипедистов, выполнявших нагрузку в течение 120 мин при МПК 55% с последующей часовой работой при МПК 75% [38]. Другие работы также подтвердили положительный эффект после использования смеси глюкозы и фруктозы по сравнению с чистой глюкозой [39, 40]. В другом исследовании с участием велосипедистов, выполнявших 2-часовую работу (50% максимальной мощности) с последующим спринтом, было изучено влияние фруктозы в смеси с углеводами [41]. В данной работе было показано, что умеренная доза фруктозы (эквивалентная по отношению к глюкозе) приводила к наибольшей скорости окисления как экзогенной глюкозы, так и общего количества экзогенных углеводов, что поддерживало высокую работоспособность в течение длительного времени.

Стоит также отметить, что концентрированные растворы фруктозы быстрее удаляются из желудка, чем растворы глюкозы [42], что повышает поглощение жидкости [43, 44] и снижает вероятность возникновения дискомфорта в области ЖКТ [44–46]. Более того, слепое исследование показало, что глюкоза и фруктоза активируют различные области мозга, улучшая психологическое состояние спортсмена [47]. Несмотря на очевидное подтверждение положительного эффекта приема смеси глюкозы и фруктозы на показатели работоспособности, ЖКТ и психологическое состояние, потребление фруктозы может повысить уровень лактата в крови за счет активации пируваткиназы [48], поскольку после приема фруктозы была выявлена более высокая концентрация лактата в крови по сравнению с таковой после приема глюкозы. Прием фруктозы перед тренировкой повышает уровень лактата в крови в постпрандиальный период, т.е. после приема пищи, но содержание лактата начинает падать после старта и увеличения физической нагрузки [49, 50]. Таким образом, прием значительного количества фруктозы до тренировки, возможно, минимизирует повышение уровня лактата во время активной длительной физической деятельности.

Жиры

Умение поддерживать постоянную высокую скорость на второй половине дистанции (иногда и на последней трети дистанции) отличает атлетов с высоким уровнем мастерства. Такая работоспособность базируется на высокой скорости ресинтеза молекул аденозинтрифос-

фата (АТФ). Общее количество АТФ, вырабатываемое в процессе гликолиза и цикла Кребса, удовлетворяет основную часть (от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$) суммарного энергозапроса, но не всю энергетическую потребность. Поэтому интенсивно работающие мышцы в аэробных условиях используют определенное количество энергии, источниками которой также являются вещества жировой природы [51]. Интересно отметить, что чем выше результат в марафоне, тем выше общее количество и скорость потребления жиров (см. таблицу). Высокая скорость окисления жиров связана с квалификацией и уровнем подготовки спортсмена. Перенос жирных кислот через мембрану мышечных клеток происходит благодаря транспортным белкам, в основном CD36 [52]. Активная аэробная тренировочная деятельность способствует росту концентрации данного белка [53], поэтому более высокий результат, показанный высококвалифицированным и хорошо подготовленным спортсменом, обусловлен высокой скоростью окисления жира во время интенсивной работы.

Небольшое количество врачей, спортивных ученых и тренеров отдает предпочтение диете с низким содержанием углеводов и высоким содержанием жиров для улучшения спортивных результатов. Тем не менее появляются работы, доказывающие рост выносливости за счет снижения потребления углеводов [55, 56]. Окисление жиров вносит значительный вклад в процессы энергетического снабжения во время упражнений с низкой и средней интенсивностью и большей продолжительностью (минимум 6 ч нагрузки) [57]. Увеличение МПК, вызванное использованием жировой диеты, связано с более высоким потреблением кислорода для ресинтеза АТФ и повышением способности к окислению жиров [58]. Интересно, что замена углеводов на жиры в гипокалорийной диете может снизить МПК вследствие уменьшения запаса гликогена в мышцах [59]. Низкоуглеводная диета с высоким содержанием жиров повышает уровень кетоновых тел в крови и может повысить уровень окисления жиров и, как следствие, физическую работоспособность [60, 61]. Более того, такая диета увеличивает энергетическое обеспечение во время соревновательной и тренировочной деятельности стайеров и марафонцев, снижает отсроченное начало мышечной боли, уменьшает потребности в экзогенных энергетиче-

Корреляция между временем преодоления марафонской дистанции и количеством энергии, образуемой за счет гликогена и жирных кислот [54]

Результат в марафоне, ч : мин	Суммарный энергозапрос, ккал/мин	Энергия гликолиза, ккал/мин	Энергия окисления жирных кислот, ккал/мин
2:10	20,62	14,62	6,00
2:20	19,14	13,57	5,57
2:30	17,87	12,67	5,13
2:40	16,75	11,88	4,87
2:50	15,76	11,18	4,56
3:00	14,88	10,56	4,32

ских субстратах во время тренировок и соревнований и частоту серьезных желудочно-кишечных осложнений [62]. После 3–4-недельной низкоуглеводной диеты возникает пищевой кетоз, и человеческий организм приспосабливается к получению энергии из жира. Как полагают авторы работы [62], данный процесс может способствовать увеличению работоспособности спортсменов, избегая приема углеводов во время тренировок. Более того, образуемое при этом основное кетоновое тело, β -гидроксибутират, способно защищать клетки от окислительного стресса и воспаления [63]. Соответственно, диеты с низким содержанием жиров приводят к уменьшению запасов гликогена и жира в мышцах, что отражается на снижении выносливости [64].

При отсутствии поступления углеводов с пищей гликогеновый резерв полностью исчерпывается через 12–18 ч, после чего ускоряются процессы окисления жирных кислот, запасы которых намного превышают запасы углеводов [65]. При отсутствии углеводов происходит накопление кетоновых тел, которые могут изменить предпочтение скелетных мышц к сжиганию другого вида топлива. Экзогенный кетоз снижает зависимость скелетных мышц от внутримышечного гликогена и вместо этого способствует окислению более распространенных внутримышечных триглицеридов [66]. После приема кетонового эфира 39 спортсменами перед интенсивной часовой тренировкой при МПК 75% было обнаружено снижение уровня гликолитических интермедиатов в скелетных мышцах и увеличение количества ацилкарнитина, что указывает на доминирование окисления жира и/или кетонов. При этом пул метаболитов цикла Кребса остался без изменений. Таким образом, экзогенный кетоз может помочь восстановлению после физических нагрузок за счет увеличения синтеза гликогена и подавления катаболизма скелетных мышц [67].

Повышенная степень окисления жиров была продемонстрирована у 47 мужчин-стайеров, среди которых были представители триатлона (в том числе Ironman), велосипедного спорта, марафонцы и ультрамарафонцы, находившихся на низкоуглеводной (<50 г углеводов в день) кетогенной диете с высоким содержанием жира в течение 12 нед [68]. Окисление липидов во время физических нагрузок сохраняет ограниченный запас гликогена в мышцах и печени и может с высокой скоростью протекать у высококвалифицированных спортсменов. Кроме того, потребление пищи с низким содержанием углеводов в процессе тренировочной деятельности обеспечивает положительную адаптацию к тренировкам на выносливость за счет 5'АМФ-активируемой протеинкиназы. Активация данного фермента инициирует окисление липидов и биогенез митохондрий, в ходе которого ускоряется синтез АТФ [69]. Окислительная способность мышц улучшается после продолжительных тренировок за счет увеличения числа митохондрий и количества ферментов, участвующих в окислении жиров [70]. Кроме того, повышенная доступность неэтерифицированных жирных кислот, источником которых являются ненасыщенные жирные кислоты, может повысить активность

ферментов митохондрий [71, 72]. Как правило, активное окисление жиров снижает доступность углеводов во время физических нагрузок, поэтому высококвалифицированные спортсмены на выносливость обладают повышенной способностью окислять жиры и, следовательно, экономить гликоген [73, 74].

Жировые запасы в тканях обширны, однако их транспортировка и, следовательно, их использование ограничено [75]. Запасы внутримышечного жира, находящегося в контакте с митохондриями, могут быть ограничены у спортсменов вследствие низкого потребления жиров или углеводов. Как в экспериментах на животных [76], так и в клинических наблюдениях было показано, что увеличение потребления жира с пищей может увеличить количество митохондрий и жировых запасов в мышцах [76, 77]. Более того, данные исследования [78] показали, что повышение доли жиров в рационе питания бегунов (до 40%) увеличивает продолжительность выносливости без отрицательного воздействия на уровень в плазме крови кортизола, γ -интерферона и пероксидов липидов. При этом диета с высоким содержанием жиров, обеспечивающая достаточное количество калорий, не ставит под угрозу анаэробную силу, которая может играть ключевую роль на заключительных этапах соревновательной деятельности. Однако содержание жиров в рационе питания стайеров должно быть снижено в преддверии соревновательной деятельности. Более того, в работе [79] было показано, что ускоренное окисление жиров наблюдается у стайеров через 5 дней после использования диеты с высоким содержанием жиров. Перед соревнованиями спортсменам рекомендуют принимать пищу с низким содержанием жира и клетчатки, чтобы избежать расстройства ЖКТ, и высоким содержанием углеводов, чтобы повысить уровень глюкозы в крови и запасы гликогена [80].

Заключение

Высоких результатов на марафонских и сверхмарафонских дистанциях достигают атлеты, которые сохраняют высокую соревновательную скорость на второй половине (или на последней трети дистанции). Ключевым фактором, способствующим сохранению продолжительной физической работоспособности, является доступность углеводов в сочетании с эффективным использованием жиров. Энергетика начального отрезка дистанций определяется выработкой энергии за счет углеводов, при этом физическое и когнитивное состояние спортсменов-стайеров в основном определяется гликогеном, для запасаения или восстановления которого необходимо потреблять углеводы с низким гликемическим индексом. Стоит отметить немаловажную роль легкоусвояемых углеводов для поддержания уровня глюкозы в крови и экономии гликогеновых резервов во время тренировочной нагрузки. Также необходимо особо выделить эффективность потребления углеводной пищи в виде смеси глюкозы и фруктозы для

длительной физической работоспособности. Определенный положительный эффект в достижении высоких спортивных результатов могут дать проведение углеводной разгрузки и загрузки перед стартом. На заключительной части дистанции энергетическое обеспечение спортсменов в большей степени зависит от окисления веществ жировой природы. В рационе спортсменов в видах выносливости жировой компонент принимаемой пищи в предсоревновательный период должен содер-

жать легкоплавкие жиры, богатые ненасыщенными жирными кислотами. При этом повышенное потребление жиров необходимо снижать в последние несколько (3–5) дней до старта. В день старта потребление жировых продуктов должно быть полностью исключено во избежание дискомфорта во время физической нагрузки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах

Кашапов Равиль Исхакович (Kashapov Ravil I.) – доцент кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма» (Казань, Россия)

E-mail: kashapov_ri@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1582-1373>

Кашапов Руслан Равилович (Kashapov Ruslan R.) – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма» (Казань, Россия)

E-mail: rusl701@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8019-353X>

Литература

- Hoffman M.D., Ong J.C., Wang G. Historical analysis of participation in 161 km ultramarathons in North America // *Int. J. Hist. Sport.* 2010. Vol. 27. P. 1877–1891.
- Knechtle B., Knechtle P., Lepers R. Participation and performance trends in ultra-triathlons from 1985 to 2009 // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2011. Vol. 21, N 6. P. e82–e90.
- Kreider R.B. Physiological considerations of ultraendurance performance // *Int. J. Sport Nutr.* 1991. Vol. 1. P. 3–27.
- Laursen P.B., Rhodes E.C. Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon // *Sports Med.* 2001. Vol. 31. P. 195–209.
- Yargic M.P., Torgutalp S., Akin S., Babayeva N., Torgutalp M., Demirel H.A. Acute long-distance trail running increases serum IL-6, IL-15, and Hsp72 levels // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2019. Vol. 44, N 6. P. 627–631. doi: 10.1139/apnm-2018-0520
- Burke L.M., Kiens B., Ivy J.L. Carbohydrates and fat for training and recovery // *J. Sports Sci.* 2004. Vol. 22. P. 15–30.
- O'Brien M.J., Viguie C., Mazzeo R.S., Brooks G.A. Carbohydrate dependence during marathon running // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1993. Vol. 25, N 9. P. 1009–1017.
- Applegate E.A. Nutritional considerations for ultraendurance performance // *Int. J. Sport Nutr.* 1991. Vol. 1. P. 118–126.
- Clark N., Tobin J., Ellis C. Feeding the ultraendurance athlete: practical tips and a case study // *J. Am. Diet. Assoc.* 1992. Vol. 92. P. 1258–1262.
- Полиевский С.А. Спортивная диетология. М. : Академия, 2015. 208 с.
- Кашапов Р.И., Сагирова А.А., Шабалина Ю.В., Статические и динамические характеристики в пищевом поведении на марафонских дистанциях сборной РФ по открытой воде // *Наука и спорт: современные тенденции.* 2017. Т. 2, № 15. С. 78–86.
- Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American College of sports medicine: nutrition and athletic performance // *J. Acad. Nutr. Diet.* 2016. Vol. 116. P. 501–528.
- Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. American college of sports medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2016. Vol. 48. P. 543–568.
- Rapoport B.I. Metabolic factors limiting performance in marathon runners // *PLoS Comput. Biol.* 2010. Vol. 6. Article ID e1000960.
- Brouns F., Bjorck I., Frayn K.N., Gibbs A.L., Lang V., Slama G. et al. Glycaemic index methodology // *Nutr. Res. Rev.* 2005. Vol. 18, N 1. P. 145–171. doi: 10.1079/NRR2005100
- Jamurtas A.Z., Tofas T., Fatouros I., Nikolaidis M.G., Paschalis V., Yfanti C. et al. The effects of low and high glycemic index foods on exercise performance and beta-endorphin responses // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2011. Vol. 8, N 15. P. 1300–1304. doi: 10.1186/1550-2783-8-15
- Kern M., Heslin C.J., Rezende R.S. Metabolic and performance effects of raisins versus sports gel as pre-exercise feedings in cyclists // *J. Strength Cond. Res.* 2007. Vol. 21. P. 1204–1207.
- Moore L.J., Midgley A.W., Thomas G., Thurlow S., McNaughton L.R. The effect of low- and high- glycemic index meals on time trial performance // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2009. Vol. 4. P. 331–344.
- Moore L.J., Midgley A.W., Thomas G., Thurlow S., McNaughton L.R. Effect of the glycaemic index of a pre-exercise meal on metabolism and cycling time trial performance // *J. Sci. Med. Sport.* 2010. Vol. 13. P. 182–188.
- Thomas D.E., Elliott E.J., Baur L. Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity // *Cochrane Database Syst. Rev.* 2007. Vol. 3. CD005105.
- Wong S.H., Siu P.M., Lok A., Chen Y.J., Morris J., Lam C.W. Effect of the glycaemic index of pre-exercise carbohydrate meals on running performance // *Eur. J. Sport Sci.* 2008. Vol. 8. P. 23–33.
- Wu C.L., Williams C. A low glycemic index meal before exercise improves endurance running capacity in men // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2006. Vol. 16. P. 510–527.
- Febbraio M.A., Keenan J., Angus D.J., Campbell S.E., Garnham A.P. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index // *J. Appl. Physiol.* 2000. Vol. 89. P. 1845–1851.
- Burdon C.A., Spronk I., Cheng H.L., O'Connor H.T. Effect of glycemic index of a pre-exercise meal on endurance exercise performance: a systematic review and meta-analysis // *Sports Med.* 2017. Vol. 47. P. 1087–1101.
- Heung-Sang Wong S., Sun F.H., Chen Y.J., Li C., Zhang Y.J., Ya-Jun Huang W. Effect of pre-exercise carbohydrate diets with high vs. low glycemic index on exercise performance: a meta-analysis // *Nutr. Rev.* 2017. Vol. 75. P. 327–338.

26. Chen Y., Wong S.H., Xu X., Hao X., Wong C.K., Lam C.W. Effect of CHO loading patterns on running performance // *Int. J. Sports Med.* 2008. Vol. 29. P. 598–606.
27. Hamzah S., Higgins S., Abraham T., Taylor P., Vizbaraitė D., Malkova D. The effect of glycaemic index of high carbohydrate diets consumed over 5 days on exercise energy metabolism and running capacity in males // *J. Sports Sci.* 2009. Vol. 27. P. 1545–1554.
28. Durkalec-Michalski K., Zawieja E.E., Zawieja B.E., Jurkowska D., Buchowski M.S., Jeszka J. Effects of low versus moderate glycemic index diets on aerobic capacity in endurance runners: three-week randomized controlled crossover trial // *Nutrients.* 2018. Vol. 10. P. 370–382. doi: 10.3390/nu10030370
29. Jeukendrup A.E. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2010. Vol. 13, N 4. P. 452–457.
30. Wood I.S., Trayhurn P. Glucosetransporters (GLUT and SGLT): expanded families of sugar transport proteins // *Br. J. Nutr.* 2003. Vol. 89, N 1. P. 3–9.
31. Pfeiffer B., Stellingwerff T., Zaltas E., Jeukendrup A.E. CHO oxidation from a CHO gel compared with a drink during exercise // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2010. Vol. 42. P. 2038–2045. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822dc809
32. Pfeiffer B., Stellingwerff T., Zaltas E., Jeukendrup A.E. Oxidation of solid versus liquid CHO sources during exercise // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2010. Vol. 42. P. 2030–2037. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181e0ef9
33. Pfeiffer B., Cotterill A., Grathwohl D., Stellingwerff T., Jeukendrup A.E. The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2009. Vol. 19, N 5. P. 485–503.
34. Lee M.J.C., Hammond K.M., Vasdev A., Poole K.L., Impey S.G., Close G.L., et al. Self-selecting fluid intake while maintaining high carbohydrate availability does not impair half-marathon performance // *Int. J. Sports Med.* 2014. Vol. 35, N 14. P. 1216–1222. doi: 10.1055/s-0034-1375635
35. Clarke N.D., Campbell I.T., Drust B., Evans L., Reilly T., Maclaren D.P. The ingestion of combined carbohydrates does not alter metabolic responses or performance capacity during soccer-specific exercise in the heat compared to ingestion of a single carbohydrate // *J. Sports Sci.* 2012. Vol. 30, N 7. P. 699–708.
36. Wilson P.B., Inghram S.J. Glucose-fructose likely improves gastrointestinal comfort and endurance running performance relative to glucose-only // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2015. Vol. 25. P. e613–e620. doi: 10.1111/sms.12386
37. Jeukendrup A.E., Moseley L., Mainwaring G.I., Samuels S., Perry S., Mann C.H. Exogenous carbohydrate oxidation during ultraendurance exercise // *J. Appl. Physiol.* 2006. Vol. 100. P. 1134–1141. doi: 10.1152/jappphysiol.00981.2004
38. Currell K., Jeukendrup A.E. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008. Vol. 40. P. 275–281. doi: 10.1249/mss.0b013e31815adf19
39. Rowlands D.S., Swift M., Ros M., Green J.G. Composite versus single transportable carbohydrate solution enhances race and laboratory cycling performance // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2012. Vol. 37. P. 425–436. doi: 10.1139/h2012-013
40. Triplett D., Doyle J.A., Rupp J.C., Benardot D. An isocaloric glucose-fructose beverage's effect on simulated 100-km cycling performance compared with a glucose-only beverage // *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2010. Vol. 20. P. 122–131.
41. Rowlands D.S., Thorburn M.S., Thorp R.M., Broadbent S., Shi X. Effect of graded fructose coingestion with maltodextrin on exogenous 14C-fructose and 13C-glucose oxidation efficiency and high-intensity cycling performance // *J. Appl. Physiol.* 2008. Vol. 104. P. 1709–1719. doi: 10.1152/jappphysiol.00878.2007
42. Rosset R., Egli L., Lecoultré V. Glucose-fructose ingestion and exercise performance: the gastrointestinal tract and beyond // *Eur. J. Sport Sci.* 2017. Vol. 17, N 7. P. 874–884. doi: 10.1080/17461391.2017.1317035
43. Jeukendrup A.E., Moseley L. Multiple transportable carbohydrates enhance gastric emptying and fluid delivery // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2010. Vol. 20, N 1. P. 112–121.
44. Roberts J.D., Tarpey M.D., Kass L.S., Tarpey R.J., Roberts M.G. Assessing a commercially available sports drink on exogenous carbohydrate oxidation, fluid delivery and sustained exercise performance // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2014. Vol. 11, N 1. P. 8.
45. O'Brien W.J., Rowlands D.S. Fructose-maltodextrin ratio in a carbohydrate-electrolyte solution differentially affects exogenous carbohydrate oxidation rate, gut comfort, and performance // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 2011. Vol. 300, N 1. P. G181–G189. doi: 10.1152/ajpgi.00419.2010
46. O'Brien W.J., Stannard S.R., Clarke J.A., Rowlands D.S. Fructose-maltodextrin ratio governs exogenous and other CHO oxidation and performance // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2013. Vol. 45, N 9. P. 1814–1824.
47. Page K.A., Chan O., Arora J., Belfort-Deaguiar R., Dzuira J., Roehmholdt B., et al. Effects of fructose vs glucose on regional cerebral blood flow in brain regions involved with appetite and reward pathways // *JAMA.* 2013. Vol. 309, N 1. P. 63–70. doi: 10.1001/jama.2012.116975
48. Iizuka K. The Role of carbohydrate response element binding protein in intestinal and hepatic fructose metabolism // *Nutrients.* 2017. Vol. 9, N 2. P. 181. doi: 10.3390/nu9020181
49. Tappy L. Fructose metabolism and noncommunicable diseases: recent findings and new research perspectives // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2018. Vol. 21, N 3. P. 214–222. doi: 10.1097/MCO.0000000000000460
50. Tappy L., Rosset R. Health outcomes of a high fructose intake: the importance of physical activity // *J. Physiol.* 2019. Vol. 597, N 14. P. 3561–3571. doi: 10.1113/JP278246
51. Воробьева В.М., Шатнюк Л.Н., Воробьева И.С., Михеева Г.А., Муравьева Н.Н., Зорина Е.Е. и др. Роль факторов питания при интенсивных физических нагрузках спортсменов // *Вопр. питания.* 2011. Т. 80, № 1. С. 70–77.
52. Iso T., Naruyama H., Sunaga H., Matsui H., Matsui M., Tanaka R., et al. CD36 is indispensable for nutrient homeostasis and endurance exercise capacity during prolonged fasting // *Physiol. Rep.* 2018. Vol. 6, N 19. Article ID e13884. doi: 10.14814/phy2.13884
53. Purdom T., Kravitz L., Dokladny K., Mermier C. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2018. Vol. 15. P. 3.
54. Арсели Э., Канова П. Тренировка в марафонской беге: научный подход, М.: Терра-Спорт, 2000.
55. Volek J.S., Freidenreich D.J., Saenz C., Kunces L.J., Creighton B.C., Bartley J.M., et al. Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners // *Metabolism.* 2016. Vol. 65. P. 100–110.
56. Hetlelid K.J., Plews D.J., Herold E., Laursen P.B., Seiler S. Rethinking the role of fat oxidation: substrate utilisation during high-intensity interval training in well-trained and recreationally trained runners // *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2015. Vol. 1, N 1. Article ID e000047. doi: 10.1136/bmjsem-2015-000047
57. Nikolaidis P.T., Veniamakis E., Rosemann T., Knechtle B. Nutrition in ultra-endurance: state of the art // *Nutrients.* 2018. Vol. 10, N 12. P. 1995. doi: 10.3390/nu10121995
58. Muoio D.M., Leddy J.J., Horvath P.J., Awad A.B., Pendergast D.R. Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal $\dot{V}O_2$ and endurance in runners // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1994. Vol. 26. P. 81–88.
59. Chang C.-K., Borer K., Lin P.-J. Low-carbohydrate-high-fat diet: can it help exercise performance? // *J. Hum. Kinet.* 2017. Vol. 56. P. 81–92. doi: 10.1515/hukin-2017-0025
60. Noakes T., Volek J.S., Phinney S.D. Low-carbohydrate diets for athletes: what evidence? // *Br. J. Sports Med.* 2014. Vol. 48. P. 1077–1078.
61. Maffettone P.B., Laursen P.B. Reductions in training load and dietary carbohydrates help restore health and improve performance in an Ironman triathlete // *Int. J. Sports Sci. Coach.* 2017. Vol. 12, N 4. P. 514–519.

62. Volek J.S., Noakes T., Phinney S.D. Rethinking fat as a fuel for endurance exercise // *Eur. J. Sport Sci.* 2015. Vol. 15. P. 13–20.
63. Newman J.C., Verdin E. Ketone bodies as signaling metabolites // *Trends Endocrinol. Metab.* 2014. Vol. 25, N 1. P. 42–52. doi: 10.1016/j.tem.2013.09.002
64. McMurray R.G., Ben-Ezra V., Forsythe W.A., Smith A.T. Responses of endurance-trained subjects to caloric deficits induced by diet or exercise // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1985. Vol. 17. P. 574–579.
65. Никитюк Д.Б., Коростелева М.М., Волкова Л.Ю. Анатомо-физиологические и метаболические особенности организма юных спортсменов // *Вопр. питания.* 2013. Т. 82, № 6. С. 31–40.
66. Cox P.J., Kirk T., Ashmore T., Willerton K., Evans R., Smith A. et al. Nutritional ketosis alters fuel preference and thereby endurance performance in athletes // *Cell Metab.* 2016. Vol. 24. P. 256–268.
67. Dearlove D.J., Faull O.K., Clarke K. Context is key: exogenous ketosis and athletic performance // *Curr. Opin. Physiol.* 2019. Vol. 10. P. 81–89.
68. McSwiney F.T., Wardrop B., Hyde P.N., Lafountain R.A., Volek J.S., Doyle L. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes // *Metabolism.* 2018. Vol. 81. P. 25–34. doi: 10.1016/j.metabol.2017.10.010
69. Меркола Д. Клетка «на диете». Научное открытие о влиянии жиров на мышление, физическую активность и обмен веществ. М.: Бомбора; Эксмо, 2019. 398 с.
70. Simi B., Sempore B., Mayet M.H., Favier R.J. Additive effects of training and high-fat diet on energy metabolism during exercise // *J. Appl. Physiol.* 1991. Vol. 71. P. 197–203.
71. Gonzalez J.T., Stevenson E.J. New perspectives on nutritional interventions to augment lipid utilisation during exercise // *Br. J. Nutr.* 2012. Vol. 107. P. 339–349.
72. Peoples G.E., McLennan P.L. Fish oil for physical performance in athletes // *Fish and Fish Oil in Health and Disease Prevention.* 2016. P. 119–136.
73. Almeras N., Lavallee N., Despres J.P., Bouchard C., Tremblay A. Exercise and energy intake: effect of substrate oxidation // *Physiol. Behav.* 1996. Vol. 57. P. 995–1000.
74. Murray B., Rosenbloom C. Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes // *Nutr. Rev.* 2018. Vol. 76, N 4. P. 243–259. doi: 10.1093/nutrit/nuy001
75. Purdom T., Kravitz L., Dokladny K., Mermier C. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2018. Vol. 15. P. 3. doi: 10.1186/s12970-018-0207-1
76. Taylor C.R., Hoppeler H., Kennedy C., Valenski T., Roberts T.J., Weyand P. High fat diet improves aerobic performance by building mitochondria // *FASEB J.* 1995. Vol. 9. Article ID 11029.
77. Horvath P.J., Eagen C.K., Fisher N.M., Leddy J.J., Pendergast D.R. The effects of varying dietary fat on performance and metabolism in trained male and female runners // *J. Am. Coll. Nutr.* 2000. Vol. 19, N 1. P. 52–60.
78. Venkatraman J.T., Feng X., Pendergast D. Effects of dietary fat and endurance exercise on plasma cortisol, prostaglandin E2, interferon-gamma and lipid peroxides in runners // *J. Am. Coll. Nutr.* 2001. Vol. 20, N 5. P. 529–536.
79. Jeukendrup A.E. High-carbohydrate versus high-fat diets in endurance sports // *Sportmed. Sporttraumatol.* 2003. Vol. 51, N 1. P. 17–23.
80. Rodriguez N.R., DiMarco N.M., Langley S. Position of the American dietetic association, dietitians of Canada, and the American college of sports medicine: nutrition and athletic performance // *J. Am. Diet. Assoc.* 2009. Vol. 109. P. 509–527.

References

1. Hoffman M.D., Ong J.C., Wang G. Historical analysis of participation in 161 km ultramarathons in North America. *Int J Hist Sport.* 2010; 27: 1877–91.
2. Knechtle B., Knechtle P., Lepers R. Participation and performance trends in ultra-triathlons from 1985 to 2009. *Scand J Med Sci Sports.* 2011; 21 (6): e82–90.
3. Kreider R.B. Physiological considerations of ultraendurance performance. *Int J Sport Nutr.* 1991; 1: 3–27.
4. Laursen P.B., Rhodes E.C. Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. *Sports Med.* 2001; 31: 195–209.
5. Yargic M.P., Torgutalp S., Akin S., Babayeva N., Torgutalp M., Demirel H.A. Acute long-distance trail running increases serum IL-6, IL-15, and Hsp72 levels. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2019; 44 (6): 627–31. doi: 10.1139/apnm-2018-0520
6. Burke L.M., Kiens B., Ivy J.L. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci.* 2004; 22: 15–30.
7. O'Brien M.J., Viguie C., Mazzeo R.S., Brooks G.A. Carbohydrate dependence during marathon running. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 25 (9): 1009–17.
8. Applegate E.A. Nutritional considerations for ultraendurance performance. *Int J Sport Nutr.* 1991; 1: 118–26.
9. Clark N., Tobin J., Ellis C. Feeding the ultraendurance athlete: practical tips and a case study. *J Am Diet Assoc.* 1992; 92: 1258–62.
10. Polievsky S.A. Sports nutrition. Moscow: *Academiya*, 2015: 208 p. (in Russian)
11. Kashaпов R.I., Sagirova A.A., Shabalina Yu.V. Static and dynamic characteristics in eating behavior at marathon distances of the Russian national open water team. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii [Science and Sport: Current Trends].* 2017; 2 (15): 78–86. (in Russian)
12. Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American College of sports medicine: nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016; 116: 501–28.
13. Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. American college of sports medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2016; 48: 543–68.
14. Rapoport B.I. Metabolic factors limiting performance in marathon runners. *PLoS Comput Biol.* 2010; 6: e1000960.
15. Brouns F., Bjorck I., Frayn K.N., Gibbs A.L., Lang V., Slama G., et al. Glycaemic index methodology. *Nutr Res Rev.* 2005; 18 (1): 145–71. doi: 10.1079/NRR2005100
16. Jamurtas A.Z., Tofas T., Fatouros I., Nikolaidis M.G., Paschalis V., Yfanti C., et al. The effects of low and high glycemic index foods on exercise performance and beta-endorphin responses. *J Int Soc Sports Nutr.* 2011; 8 (15): 1300–4. doi: 10.1186/1550-2783-8-15.
17. Kern M., Heslin C.J., Rezende R.S. Metabolic and performance effects of raisins versus sports gel as pre-exercise feedings in cyclists. *J Strength Cond Res.* 2007; 21: 1204–7.
18. Moore L.J., Midgley A.W., Thomas G., Thurlow S., McNaughton L.R. The effect of low- and high- glycemic index meals on time trial performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2009; 4: 331–44.
19. Moore L.J., Midgley A.W., Thomas G., Thurlow S., McNaughton L.R. Effect of the glycaemic index of a pre-exercise meal on metabolism and cycling time trial performance. *J Sci Med Sport.* 2010; 13: 182–8.
20. Thomas D.E., Elliott E.J., Baur L. Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; 3: CD005105.
21. Wong S.H., Siu P.M., Lok A., Chen Y.J., Morris J., Lam C.W. Effect of the glycaemic index of pre-exercise carbohydrate meals on running performance. *Eur J Sport Sci.* 2008; 8: 23–33.
22. Wu C.L., Williams C. A low glycemic index meal before exercise improves endurance running capacity in men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006; 16: 510–27.
23. Febbraio M.A., Keenan J., Angus D.J., Campbell S.E., Garnham A.P. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. *J Appl Physiol.* 2000; 89: 1845–51.

24. Burdon C.A., Spronk I., Cheng H.L., O'Connor H.T. Effect of glycemic index of a pre-exercise meal on endurance exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2017; 47: 1087–101.
25. Heung-Sang Wong S., Sun F.H., Chen Y.J., Li C., Zhang Y.J., Ya-Jun Huang W. Effect of pre-exercise carbohydrate diets with high vs. low glycemic index on exercise performance: a meta-analysis. *Nutr Rev.* 2017; 75: 327–38.
26. Chen Y., Wong S.H., Xu X., Hao X., Wong C.K., Lam C.W. Effect of CHO loading patterns on running performance. *Int J Sports Med.* 2008; 29: 598–606.
27. Hamzah S., Higgins S., Abraham T., Taylor P., Vizbaraitė D., Malukova D. The effect of glycaemic index of high carbohydrate diets consumed over 5 days on exercise energy metabolism and running capacity in males. *J Sports Sci.* 2009; 27: 1545–54.
28. Durkalec-Michalski K., Zawieja E.E., Zawieja B.E., Jurkowska D., Buchowski M.S., Jeszka J. Effects of low versus moderate glycemic index diets on aerobic capacity in endurance runners: three-week randomized controlled crossover trial. *Nutrients.* 2018; 10: 370–82. doi: 10.3390/nu10030370
29. Jeukendrup A.E. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2010; 13 (4): 452–7.
30. Wood I.S., Trayhurn P. Glucosetransporters (GLUT and SGLT): expanded families of sugar transport proteins. *Br J Nutr.* 2003; 89 (1): 3–9.
31. Pfeiffer B., Stellingwerff T., Zaltas E., Jeukendrup A.E. CHO oxidation from a CHO gel compared with a drink during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42: 2038–45. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822dc809
32. Pfeiffer B., Stellingwerff T., Zaltas E., Jeukendrup A.E. Oxidation of solid versus liquid CHO sources during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42: 2030–7. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181e0efc9
33. Pfeiffer B., Cotterill A., Grathwohl D., Stellingwerff T., Jeukendrup A.E. The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009; 19 (5): 485–503.
34. Lee M.J.C., Hammond K.M., Vasdev A., Poole K.L., Impey S.G., Close G.L., et al. Self-selecting fluid intake while maintaining high carbohydrate availability does not impair half-marathon performance. *Int J Sports Med.* 2014; 35 (14): 1216–22. doi: 10.1055/s-0034-1375635
35. Clarke N.D., Campbell I.T., Drust B., Evans L., Reilly T., Maclaren D.P. The ingestion of combined carbohydrates does not alter metabolic responses or performance capacity during soccer-specific exercise in the heat compared to ingestion of a single carbohydrate. *J Sports Sci.* 2012; 30 (7): 699–708.
36. Wilson P.B., Ingraham S.J. Glucose-fructose likely improves gastrointestinal comfort and endurance running performance relative to glucose-only. *Scand J Med Sci Sports.* 2015; 25: e613–20. doi: 10.1111/sms.12386
37. Jeukendrup A.E., Moseley L., Mainwaring G.I., Samuels S., Perry S., Mann C.H. Exogenous carbohydrate oxidation during ultraendurance exercise. *J Appl Physiol.* 2006; 100: 1134–41. doi: 10.1152/jappphysiol.00981.2004
38. Currell K., Jeukendrup A.E. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40: 275–81. doi: 10.1249/mss.0b013e31815adf19
39. Rowlands D.S., Swift M., Ros M., Green J.G. Composite versus single transportable carbohydrate solution enhances race and laboratory cycling performance. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012; 37: 425–36. doi: 10.1139/h2012-013
40. Triplett D., Doyle J.A., Rupp J.C., Benardot D. An isocaloric glucose-fructose beverage's effect on simulated 100-km cycling performance compared with a glucose-only beverage. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20: 122–31.
41. Rowlands D.S., Thorburn M.S., Thorp R.M., Broadbent S., Shi X. Effect of graded fructose coingestion with maltodextrin on exogenous ¹⁴C-fructose and ¹³C-glucose oxidation efficiency and high-intensity cycling performance. *J Appl Physiol.* 2008; 104: 1709–19. doi: 10.1152/jappphysiol.00878.2007
42. Rosset R., Egli L., Lecoultré V. Glucose-fructose ingestion and exercise performance: the gastrointestinal tract and beyond. *Eur J Sport Sci.* 2017; 17 (7): 874–84. doi: 10.1080/17461391.2017.1317035
43. Jeukendrup A.E., Moseley L. Multiple transportable carbohydrates enhance gastric emptying and fluid delivery. *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20 (1): 112–21.
44. Roberts J.D., Tarpey M.D., Kass L.S., Tarpey R.J., Roberts M.G. Assessing a commercially available sports drink on exogenous carbohydrate oxidation, fluid delivery and sustained exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014; 11 (1): 8.
45. O'Brien W.J., Rowlands D.S. Fructose-maltodextrin ratio in a carbohydrate-electrolyte solution differentially affects exogenous carbohydrate oxidation rate, gut comfort, and performance. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2011; 300 (1): G181–9. doi: 10.1152/ajpgi.00419.2010
46. O'Brien W.J., Stannard S.R., Clarke J.A., Rowlands D.S. Fructose-maltodextrin ratio governs exogenous and other CHO oxidation and performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2013; 45 (9): 1814–24.
47. Page K.A., Chan O., Arora J., Belfort-Deaguiar R., Dzuira J., Roehmholdt B., et al. Effects of fructose vs glucose on regional cerebral blood flow in brain regions involved with appetite and reward pathways. *JAMA.* 2013; 309 (1): 63–70. doi: 10.1001/jama.2012.116975
48. Iizuka K. The Role of carbohydrate response element binding protein in intestinal and hepatic fructose metabolism. *Nutrients.* 2017; 9 (2): 181. doi: 10.3390/nu9020181
49. Tappy L. Fructose metabolism and noncommunicable diseases: recent findings and new research perspectives. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2018; 21 (3): 214–22. doi: 10.1097/MCO.0000000000000460
50. Tappy L., Rosset R. Health outcomes of a high fructose intake: the importance of physical activity. *J Physiol.* 2019; 597 (14): 3561–71. doi: 10.1113/JP278246
51. Vorobyova V.M., Shatnyuk L.N., Vorobyeva I.S., Mikheeva G.A., Muravyeva N.N., Zorina E.E., et al. The role of nutrition factors during intense physical exertion of athletes. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition].* 2011; 80 (1): 70–7. (in Russian)
52. Iso T., Haruyama H., Sunaga H., Matsui H., Matsui M., Tanaka R., et al. CD36 is indispensable for nutrient homeostasis and endurance exercise capacity during prolonged fasting. *Physiol. Rep.* 2018; 6 (19): e13884. doi: 10.14814/phy2.13884
53. Purdom T., Kravitz L., Dokladny K., Mermier C. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018; 15: 3.
54. Arseli E., Canova R. *Training in marathon: a scientific approach*, Moscow: Terra-Sport, 2000. (in Russian)
55. Volek J.S., Freidenreich D.J., Saenz C., Kunces L.J., Creighton B.C., Bartley J.M., et al. Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metabolism.* 2016; 65: 100–10.
56. Hetlelid K.J., Plews D.J., Herold E., Laursen P.B., Seiler S. Rethinking the role of fat oxidation: substrate utilisation during high-intensity interval training in well-trained and recreationally trained runners. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2015; 1 (1): e000047. doi: 10.1136/bmjsem-2015-000047
57. Nikolaidis P.T., Veniamakis E., Rosemann T., Knechtle B. Nutrition in ultra-endurance: state of the art. *Nutrients.* 2018; 10 (12): 1995. doi: 10.3390/nu10121995
58. Muoio D.M., Leddy J.J., Horvath P.J., Awad A.B., Pendergast D.R. Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal V̇O₂ and endurance in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26: 81–88.
59. Chang C.-K., Borer K., Lin P.-J. Low-carbohydrate-high-fat diet: can it help exercise performance? *J Hum Kinet.* 2017; 56: 81–92. doi: 10.1515/hukin-2017-0025
60. Noakes T., Volek J.S., Phinney S.D. Low-carbohydrate diets for athletes: what evidence? *Br J Sports Med.* 2014; 48: 1077–8.
61. Maffetone P.B., Laursen P.B. Reductions in training load and dietary carbohydrates help restore health and improve performance in an Ironman triathlete. *Int J Sports Sci Coach.* 2017; 12 (4): 514–9.
62. Volek J.S., Noakes T., Phinney S.D. Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *Eur J Sport Sci.* 2015; 15: 13–20.

63. Newman J.C., Verdin E. Ketone bodies as signaling metabolites. *Trends Endocrinol Metab.* 2014; 25 (1): 42–52. doi: 10.1016/j.tem.2013.09.002
64. McMurray R.G., Ben-Ezra V., Forsythe W.A., Smith A.T. Responses of endurance-trained subjects to caloric deficits induced by diet or exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1985; 17: 574–9.
65. Nikityuk D.B., Korosteleva M.M., Volkova L.Yu. Anatomical, physiological and metabolic characteristics of the body of young athletes. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2013; 82 (6): 31–40. (in Russian)
66. Cox P.J., Kirk T., Ashmore T., Willerton K., Evans R., Smith A., et al. Nutritional ketosis alters fuel preference and thereby endurance performance in athletes. *Cell Metab.* 2016; 24: 256–68.
67. Dearlove D.J., Faull O.K., Clarke K. Context is key: exogenous ketosis and athletic performance. *Curr Opin Physiol.* 2019; 10: 81–9.
68. McSwiney F.T., Wardrop B., Hyde P.N., Lafountain R.A., Volk J.S., Doyle L. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. *Metabolism.* 2018; 81: 25–34. doi: 10.1016/j.metabol.2017.10.010
69. Mercola J. Cell on a diet. A scientific discovery about the effect of fats on thinking, physical activity and metabolism. Moscow: Bombora; Eksmo, 2019: 398 p. (in Russian)
70. Simi B., Sempore B., Mayet M.H., Favier R.J. Additive effects of training and high-fat diet on energy metabolism during exercise. *J Appl Physiol.* 1991; 71: 197–203.
71. Gonzalez J.T., Stevenson E.J. New perspectives on nutritional interventions to augment lipid utilisation during exercise. *Br J Nutr.* 2012; 107: 339–49.
72. Peoples G.E., McLennan P.L. Fish oil for physical performance in athletes. In: *Fish and fish oil in health and disease prevention*. 2016: 119–36.
73. Almeras N., Lavallee N., Despres J.P., Bouchard C., Tremblay A. Exercise and energy intake: effect of substrate oxidation. *Physiol Behav.* 1996; 57: 995–1000.
74. Murray B., Rosenbloom C. Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes. *Nutr Rev.* 2018; 76 (4): 243–59. doi: 10.1093/nutrit/nuy001
75. Purdom T., Kravitz L., Dokladny K., Mermier C. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation // *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2018. Vol. 15. P. 3. doi: 10.1186/s12970-018-0207-1
76. Taylor C.R., Hoppeler H., Kennedy C., Valenski T., Roberts T.J., Weyand P. High fat diet improves aerobic performance by building mitochondria. *FASEB J.* 1995; 9: 11029
77. Horvath P.J., Eagen C.K., Fisher N.M., Leddy J.J., Pendergast D.R. The effects of varying dietary fat on performance and metabolism in trained male and female runners. *J Am Coll Nutr.* 2000; 19 (1): 52–60.
78. Venkatraman J.T., Feng X., Pendergast D. Effects of dietary fat and endurance exercise on plasma cortisol, prostaglandin E2, interferon-gamma and lipid peroxides in runners. *J Am Coll Nutr.* 2001; 20 (5): 529–36.
79. Jeukendrup A.E. High-carbohydrate versus high-fat diets in endurance sports. *Sportmed Sporttraumatol.* 2003; 51 (1): 17–23.
80. Rodriguez N.R., DiMarco N.M., Langley S. Position of the American dietetic association, dietitians of Canada, and the American college of sports medicine: nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.* 2009; 109: 509–27.

Для корреспонденции

Максимов Сергей Алексеевич – доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России

Адрес: 101990, Россия, г. Москва, Петроверигский переулок, д. 10, стр. 3

Телефон: (499) 553-69-46

E-mail: m1979sa@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0545-2586>

Максимов С.А.¹, Карамнова Н.С.¹, Шальнова С.А.¹, Баланова Ю.А.¹, Деев А.Д.¹, Евстифеева С.Е.¹, Имаева А.Э.¹, Капустина А.В.¹, Муромцева Г.А.¹, Ротарь О.П.², Шляхто Е.В.², Бойцов С.А.³, Драпкина О.М.¹

Эмпирические модели питания в российской популяции и факторы риска хронических неинфекционных заболеваний (исследование ЭССЕ-РФ)

Empirical dietary patterns in the Russian population and the risk factors of chronic non-infectious diseases (Research ECVD-RF)

Maksimov S.A.¹, Karamnova N.S.¹, Shalnova S.A.¹, Balanova Yu.A.¹, Deev A.D.¹, Evstifeeva S.E.¹, Imaeva A.E.¹, Kapustina A.V.¹, Muromtseva G.A.¹, Rotar O.P.², Shlyakhto E.V.², Boytsov S.A.³, Drapkina O.M.¹

- ¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России, Москва, Россия
- ² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
- ³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, Россия
- ¹ National Medical Research Center for Preventive Medicine of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia
- ² Almazov National Medical Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia
- ³ National Medical Research Center of Cardiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

В эпидемиологии питания в настоящее время активно используются методические подходы эмпирической оценки рационов питания населения и их ассоциаций с показателями состояния здоровья. В России данные подходы использованы в ряде когортных и региональных исследований, однако в целом для российской популяции такие исследования отсутствуют.

Для цитирования: Максимов С.А., Карамнова Н.С., Шальнова С.А., Баланова Ю.А., Деев А.Д., Евстифеева С.Е., Имаева А.Э., Капустина А.В., Муромцева Г.А., Ротарь О.П., Шляхто Е.В., Бойцов С.А., Драпкина О.М. Эмпирические модели питания в российской популяции и факторы риска хронических неинфекционных заболеваний (исследование ЭССЕ-РФ) // *Вопр. питания*. 2019. Т. 88, № 6. С. 22–33. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10061

Статья поступила в редакцию 23.07.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Maksimov S.A., Karamnova N.S., Shalnova S.A., Balanova Yu.A., Deev A.D., Evstifeeva S.E., Imaeva A.E., Kapustina A.V., Muromtseva G.A., Rotar O.P., Shlyakhto E.V., Boytsov S.A., Drapkina O.M. Empirical dietary patterns in the Russian population and the risk factors of chronic non-infectious diseases (Research ECVD-RF). *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2019; 88 (6): 22–33. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10061 (in Russian)

Received 23.07.2019. **Accepted** 19.11.2019.

Цель работы – выделение эмпирических моделей питания в российской популяции и анализ их ассоциаций с факторами риска хронических неинфекционных заболеваний.

Материал и методы. Работа выполнена в рамках многоцентрового эпидемиологического исследования «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в регионах Российской Федерации» (ЭССЕ-РФ) в 2013–2014 гг. Конечный объем выборки составил 19 520 человек в возрасте 25–64 лет. Под факторами риска хронических неинфекционных заболеваний рассматривали артериальную гипертензию, общее и абдоминальное ожирение, гиперхолестеринемия, гипертриглицеридемию, низкий уровень липопротеинов высокой плотности, высокий уровень липопротеинов низкой плотности, гипергликемию. Интервьюированием собраны данные по частоте потребления 13 групп пищевых продуктов, которые затем сгруппированы в 10 групп за счет объединения молочных продуктов в одну. Выделение моделей питания и оценки их устойчивости проводили с помощью факторного анализа (метод главных компонент). По индивидуальной приверженности участников исследования к выделенным моделям питания выборка сгруппирована на квартили по каждой модели. Для выявления ассоциаций между приверженностью к моделям питания и факторами риска использовали логистический регрессионный анализ с корректировкой на социально-демографические характеристики участников исследования.

Результаты и обсуждение. Выделены 4 устойчивые модели питания с суммарным удельным весом объясняемой дисперсии 55,9%, условно обозначенные как «Разумная» (молочные продукты, сладости и кондитерские изделия, свежие фрукты и овощи, крупы и макароны), «Солевая» (колбасные изделия, соленья и маринованные продукты), «Мясная» (мясо, рыба и морепродукты, птица) и «Смешанная» (бобовые, соленья и маринованные продукты, рыба и морепродукты). По набору продуктов «Разумная» модель преимущественно соответствует «Здоровым» или «Сбалансированным» моделям в зарубежных исследованиях, сочетание «Солевой» и «Мясной» моделей – «Западной солевой». Приверженность к «Разумной» модели ассоциируется со снижением вероятности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний, а к «Солевой» и «Мясной» моделям – напротив, с увеличением. Полученные ассоциации в целом соответствуют результатам аналогичных зарубежных исследований. По «Смешанной» модели питания отмечаются отдельные ассоциации с факторами риска, не позволяющие однозначно оценить модель с точки зрения влияния на здоровье.

Заключение. Проведенное исследование позволило выделить эмпирические модели питания российской популяции, а также охарактеризовать их с точки зрения ассоциаций с состоянием здоровья по факторам риска хронических неинфекционных заболеваний.

Ключевые слова: модели питания, российская популяция, факторный анализ, метод главных компонент, факторы риска хронических неинфекционных заболеваний

Currently, in the epidemiology of nutrition, methodological approaches to the empirical assessment of the diets of the population and their relationship to health indicators are actively using. In Russia, these approaches have been used in a number of cohort and regional studies, however, such studies are not available for the entire Russian population.

Aim. Identification of empirical dietary patterns in the Russian population and analysis of their associations with risk factors for chronic non-communicable diseases.

Material and methods. The work was carried out as part of a multicenter epidemiological study “Epidemiology of cardiovascular diseases in the regions of the Russian Federation” (ECVD-RF) in 2013–2014. The final sample size was 19 520 people aged 25–64 years. Arterial hypertension, general and abdominal obesity, hypercholesterolemia, hypertriglyceridemia, low HDL, high LDL, and hyperglycemia were observed as risk factors for chronic non-infectious diseases. The data on the frequency of consumption of 13 food groups, which were grouped into 10 groups by combining dairy products into one were collected by interviewing. The identification of dietary patterns and assessment of their sustainability was performed using factor analysis (principal component analysis). In accordance with the individual commitment of the participants to the selected dietary patterns the sample was grouped into quartiles for each of the patterns. In order to ensure associations between patterns commitment and risk factors, a logistic regression analysis was used adjusted for the socio-demographic characteristics of the participants.

Results and discussion. Four stable dietary patterns with a total specific gravity of the explained variance of 55.9% were identified and conventionally designated as “Reasonable” (milk, sweets and confectionery, fresh fruits and vegetables, cereals and pasta), “Salt” (sausages, pickles and pickled products), “Meat” (meat, fish and seafood, poultry meat) and “Mixed” (beans, pickles and pickled products, fish and seafood). The set of products of the “Reasonable” patterns mainly corresponds to the “Healthy” or “Balanced” patterns in foreign studies, the combination of the “Salt” and “Meat” patterns – the “Western Salt”. Adherence to a “Reasonable” pattern was associated with a decrease in the likelihood of risk factors for chronic non-communicable diseases, and to a “Salt” and “Meat” patterns, on the contrary, with an increase. The associations obtained generally correspond to the results of similar foreign studies. A “Mixed” dietary pattern was associated with a few risk factors, which did not allow an unambiguous assessment of the pattern in terms of its impact on health.

Conclusion. The study identified empirical dietary patterns of the Russian population and characterized them in terms of associations with the state of health of risk factors for chronic non-communicable diseases.

Keywords: dietary patterns, Russian population, factor analysis, principal component analysis, risk factors for chronic non-communicable diseases

Питание представляет достаточно сложную неоднородную систему пищевых привычек, связанных с приверженностью к определенным видам продуктов, и может характеризоваться как сформированными стереотипами питания, так и достаточно беспорядочным

случайным потреблением разнообразных продуктов. Традиционные подходы к анализу отдельных групп продуктов и пищевых веществ не позволяют оценить потенциальные синергетические эффекты питания, в связи с чем в эпидемиологии питания активно используются

методы оценки рационов [1, 2]. При этом применяются два существенно различающихся подхода к построению исследуемых рационов. Первый подход – это использование априори определенных индексов и моделей, включающих конкретные, заранее определенные на основе диетических рекомендаций группы продуктов, например широко известные индекс здорового питания или средиземноморская диета. Несмотря на то что применение таких априорных инструментов позволяет классифицировать качество рациона питания, их применение в популяциях, существенно отличающихся по потребляемым пищевым продуктам, может приводить к неадекватным результатам [2]. Второй подход, апостериорный, предполагает определять модели питания на основе эмпирической частоты потребления групп продуктов населением с помощью методов многомерной статистики (факторный и кластерный анализ).

В начале 2000-х гг. апостериорные методы оценки пищевого рациона стали широко рассматриваться в качестве нового направления в эпидемиологии питания [1], хотя их применение в научной практике началось гораздо раньше. Так, обзор 2004 г. рассматривал уже 93 исследования, начиная с 1980 г., использовавших эмпирические модели питания, в том числе 65 исследований, применявших кластерный или факторный анализ для оценки ассоциаций между особенностями питания и заболеваниями или факторами их риска [3]. К настоящему времени оценка эмпирических схем питания является важной составляющей в эпидемиологии питания наряду с анализом потребления отдельных групп продуктов и априорной оценкой рационов [4, 5]. Так, несколько свежих обзоров и метаанализов рассматривают результаты исследований с использованием апостериорного анализа структуры питания в связи с развитием целого ряда патологий: опорно-двигательного аппарата [6], онкологии [7], сахарного диабета [8], сердечно-сосудистых заболеваний [9].

В российских исследованиях апостериорная оценка рационов питания была использована в ряде когортных и региональных исследований [10–14]. В то же время анализ эмпирических моделей питания российского населения в целом отсутствует. Ранее в рамках эпидемиологического исследования «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в регионах Российской Федерации» (ЭССЕ-РФ) была показана частота потребления конкретных групп пищевых продуктов в российской популяции [15]. Продолжением данной работы является выделение эмпирических моделей питания в российской популяции и анализ их ассоциаций с факторами риска хронических неинфекционных заболеваний.

Материал и методы

Работа выполнена в рамках многоцентрового эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ в 2013–2014 гг., с участием 13 регионов РФ и общим числом обследованных 21 923 человек в возрасте 25–64 лет.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации. Протоколы исследования одобрены Этическими комитетами ФГБУ «НМИЦ профилактической медицины» Минздрава России, ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России, ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, а также региональных центров-соисполнителей. Более подробная информация о формировании выборки и протоколе исследования ЭССЕ-РФ была представлена ранее [16]. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие. Отклик на обследование составил около 80%.

Из общего числа участников исследования у 2403 (11,0%) человек пропущены необходимые данные, поэтому они были исключены из анализа. Конечный объем выборки составил 19 520 человек.

По семейному положению выделяли группу «есть семья», включившую проживающих совместно с партнером в официальном или гражданском браке, и группу «нет семьи», объединившую лиц, никогда не бывших в браке, разведенных и живущих отдельно, а также вдов/вдовцов. По уровню образования выделяли группы с начальным профессиональным образованием (плюс неполное и полное общее образование), со средним профессиональным образованием (плюс неоконченное высшее образование) и с высшим профессиональным образованием. Уровень достатка оценивали с помощью вопроса: «Как вы оцениваете обеспеченность вашей семьи по сравнению с другими?». Варианты ответов «очень бедная» и «относительная бедная» классифицировали как «низкий достаток», вариант «средняя (не богатая, но и не бедная)» – как «средний достаток», варианты «относительно обеспеченная» и «очень обеспеченная» – как «высокий достаток».

Общая характеристика выборки представлена в табл. 1. Среди участников исследования преобладали женщины (62,4%), старшие возрастные группы (доля лиц 45–54 и 55–64 лет составляет 58,7%), семейные (64,6%), лица без высшего образования (56,6%), работающие (75,9%), со средним и высоким достатком (89,3%), проживающие в городе (81,0%). Распределение по регионам исследования достаточно равномерное, от 6 до 10%.

Артериальная гипертензия регистрировалась при систолическом артериальном давлении ≥ 140 мм рт.ст. и/или диастолическом артериальном давлении 90 мм рт.ст., либо при регулярном приеме участником исследования антигипертензивных препаратов.

Ожирение классифицировалось при индексе массы тела ≥ 30 кг/м². Абдоминальное ожирение определяли по обхвату талии: у мужчин – >102 см, у женщин – >88 см.

Гиперхолестеринемия классифицировалась при концентрации общего холестерина более 5,0 ммоль/л либо при нормальных значениях общего холестерина в случае приема липидоснижающих препаратов, гипертриглицеридемия – при концентрации триглицеридов

>1,7 ммоль/л, низкий уровень липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) – при концентрации <1,0 ммоль/л для мужчин, <1,2 ммоль/л для женщин, высокий уровень липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) – при значениях >3,0 ммоль/л. Гипергликемия отмечалась при концентрации глюкозы натощак >6,1 ммоль/л либо при нормальных значениях, но при приеме лекарственных препаратов, снижающих уровень глюкозы.

Методы определения моделей питания

Интервьюированием получены данные по частоте потребления 13 групп пищевых продуктов с выделением градаций: «не употребляю/редко», «1–2 раза в месяц», «1–2 раза в неделю», «ежедневно/почти ежедневно». Из оцениваемых групп пищевых продуктов 4 характеризуют молочные продукты: «молоко, кефир, йогурт», «сметана, сливки», «творог», «сыр». С целью объединения данных 4 групп продуктов в единую укрупненную группу «молочные продукты» было решено провести процедуру факторного анализа (метод главных компонент) с выделением латентного фактора и с последующей оценкой индивидуальной приверженности каждого участника к данному фактору. Для приведения к единообразию частоты потребления молочных продуктов с другими группами пищевых продуктов, количественные значения приверженности переведены в 4 вышеуказанные условные категории. Таким образом, в конечный анализ вошли 10 групп пищевых продуктов: «мясо» (говядина, свинина, баранина и др.), «рыба и морепродукты», «птица» (курица, индейка и др.), «колбасы, сосиски, субпродукты» (язык, печень, сердце и др.), «соленья и маринованные продукты», «крупы, макароны», «свежие овощи и фрукты», «бобовые» (фасоль, чечевица, горох и др.), «сладости и кондитерские изделия» (конфеты, варенье, печенье и др.), «молочные продукты» (молоко, кефир, йогурт, сметана, сливки, творог, сыр). С целью применения факторного анализа частоты потребления переведены в условные количественные баллы: «не употребляю/редко» – 1 балл, «1–2 раза в месяц» – 2 балла, «1–2 раза в неделю» – 3 балла, «ежедневно/почти ежедневно» – 4 балла.

Методы статистического анализа

Определение моделей питания проводили с помощью ранее представленной методики [10]. Вкратце, применяли факторный анализ (метод главных компонент), вращение факторов методом варимакс нормализованный. Выделенные латентные факторы формировались при факторных нагрузках частоты потребления пищевых продуктов $\geq 0,40$.

Для оценки устойчивости факторных решений анализ проводили также в гендерных и в 4 возрастных группах. В связи с тем что структура потребления продуктов в данных группах в целом соответствует общероссийской выборке (коэффициенты конгруэнтности Такера находятся в диапазоне от 0,97 до 0,99), решено использовать факторное решение в целом по всей выборке.

Таблица 1. Общая характеристика участников исследования

Характеристика		Количество	
		абс.	%
Пол	Женщины	12 191	62,4
	Мужчины	7329	37,6
Возраст, годы	25–34	4148	21,3
	35–44	3903	20,0
	45–54	5432	27,8
	55–64	6037	30,9
Семья	Нет	6905	35,4
	Есть	12 615	64,6
Образование	Начальное профессиональное	5527	28,3
	Среднее профессиональное	5516	28,3
	Высшее профессиональное	8477	43,4
Работа	Нет	4710	24,1
	Есть	14 810	75,9
Достаток	Низкий	2098	10,7
	Средний	15 291	78,3
	Высокий	2131	10,9
Место жительства	Город	15 817	81,0
	Село	3703	19,0
Регион	Красноярский край	1370	7,0
	Приморский край	1903	9,8
	Волгоградская область	1176	6,0
	Вологодская область	1516	7,8
	Воронежская область	1480	7,6
	Ивановская область	1731	8,9
	Кемеровская область	1469	7,5
	Самарская область	1530	7,8
	Санкт-Петербург	1460	7,5
	Оренбургская область	1445	7,4
	Томская область	1464	7,5
	Тюменская область	1371	7,0
	Республика Северная Осетия – Алания	1605	8,2

Выделенные модели питания условно обозначали по преимущественным группам пищевых продуктов, вошедших в данные модели.

По индивидуальной приверженности участников исследования к выделенным моделям питания выборка сгруппирована на квартили (Q1–Q4), при этом 1-й квартиль объединил лиц с минимальной приверженностью к модели питания, 4-й квартиль – с максимальной. Далее проводили однофакторный анализ различий частоты факторов риска в квартилях с помощью критерия χ^2 Пирсона. Для учета возможного влияния на исследуемые ассоциации структуры выборки по социально-демографическим характеристикам применяли логистический регрессионный анализ с корректировкой на пол, возраст, семейное положение, уровень образования, наличие работы, финансовый достаток, проживание в городе/селе, регион. Рассчитывали отношение шансов (ОШ) и 95% доверительный интервал (ДИ). В качестве референсной группы использовали лиц из 1-го квартиля. Для определения линейности

ассоциации факторов риска от моделей питания рассчитывали уровень статистической значимости линейного тренда значений ОШ.

Критическим уровнем статистической значимости принимали 0,05. Анализ статистических данных проводили в программе Statistica 10.0.

Результаты

Модели питания

В российской популяции выделены 4 модели питания с суммарным удельным весом объясняемой дисперсии 55,9% (табл. 2). Модель питания, условно обозначенная как «Разумная», характеризуется сочетанием высокого уровня потребления молочных продуктов, сладостей и кондитерских изделий, среднего по уровню потребления свежих фруктов и овощей, круп и макарон. Сочетание высокого уровня потребления колбасных изделий, солений и маринованных продуктов условно обозначено как «Солевая» модель. Сочетание высокого уровня потребления мясных продуктов, рыбы и морепродуктов, птицы классифицировано как «Мясная» модель. Модель питания, включающая высокий уровень потребления бобовых, средний уровень потребления солений и маринованных продуктов, рыбы и морепродуктов, обозначена как «Смешанная».

Ассоциации моделей питания с факторами риска

«Разумная» модель питания. Однофакторный анализ свидетельствует о статистически значимых различиях частоты всех факторов риска в квартилях по «Разумной» модели питания (табл. 3). В большинстве случаев наиболее выражены различия частоты факторов риска в Q1, с одной стороны, и Q3–Q4, с другой стороны. Многофакторный анализ, с корректировкой на социально-демографические и региональные различия структуры также показал множественные ассоциации вероятности факторов риска (исключая высокий уровень ЛПНП) в Q2–Q4 по сравнению с референсной Q1. С увеличением приверженности к «Разумной» модели питания

последовательно снижается вероятность артериальной гипертензии, ожирения, абдоминального ожирения, гипергликемии, гипертриглицеридемии. По данным факторам значения ОШ в Q2–Q4 статистически значимо ниже, чем в Q1, линейный тренд значений ОШ статистически значимый. По пониженному уровню ЛПВП линейный тренд также статистически значим, однако статистически значимые низкие вероятности фактора риска по отношению к референсной группе наблюдаются только в Q3 и Q4. Низкая вероятность гиперхолестеринемии по сравнению с референсной группой отмечается в Q2 и Q3, тренд значений ОШ не соответствует линейному.

«Солевая» модель питания. Частота всех факторов риска, за исключением пониженного уровня ЛПВП, статистически значимо различается в квартилях по «Солевой» модели питания (табл. 4). При этом в группах с более высокой приверженностью к модели питания частота факторов риска, как правило (за исключением гипертриглицеридемии), снижается. Корректировка на социально-демографические и региональные различия структуры привела к существенному изменению силы и направленности ассоциаций. Так, приверженность к «Солевой» модели питания перестала ассоциироваться с вероятностью артериальной гипертензии. Ассоциации по вероятности ожирения, включая абдоминальное ожирение (Q1/Q3 и Q1/Q4), гиперхолестеринемии (Q1/Q2 и Q1/Q3) и повышенного уровня ЛПНП (Q1/Q3) изменили направленность в сторону увеличения вероятности факторов риска с ростом приверженности к «Солевой» модели. Вероятность гипертриглицеридемии по многофакторному анализу также осталась выше в Q3 и Q4 по сравнению с референсной группой. По всем факторам риска тренд значений ОШ не соответствует линейному. Исключением является вероятность гипергликемии – единственный фактор риска, вероятность которого снижается с ростом приверженности к «Солевой» модели питания как в однофакторной, так и в многофакторном анализе (Q1/Q3 и Q1/Q4).

«Мясная» модель питания. Однофакторный анализ показал статистически значимые различия частоты ар-

Таблица 2. Факторные нагрузки основных выявленных моделей питания

Группа продуктов	Выделенные факторы (модели питания)			
	«Разумный»	«Солевой»	«Мясной»	«Смешанный»
Мясо	–	–	0,645	–
Рыба и морепродукты	–	–	0,644	0,436
Птица	–	–	0,643	–
Колбасные изделия	–	0,754	–	–
Соления и маринованные продукты	–	0,609	–	0,472
Крупы, макароны	0,471	–	–	–
Фрукты и овощи	0,545	–	–	–
Бобовые	–	–	–	0,837
Сладости и кондитерские изделия	0,675	–	–	–
Молочные продукты	0,764	–	–	–
Доля объясняемой дисперсии, %	15,9	13,5	14,3	12,2

Таблица 3. Ассоциации «Разумной» модели питания с факторами риска

Факторы риска		Квартили по модели питания				$p \chi^2$ р тренда ОШ
		Q1, n=4884	Q2, n=4850	Q3, n=4862	Q4, n=4924	
Артериальная гипертензия	% (n)	53,2 (2600)	47,1 (2282)	44,6 (2168)	45,3 (2231)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,91 (0,86; 0,95)	0,86 (0,82; 0,91)	0,83 (0,79; 0,87)	0,028
Ожирение	% (n)	35,2 (1717)	31,4 (1524)	30,2 (1470)	31,4 (1546)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,92 (0,88; 0,97)	0,89 (0,85; 0,93)	0,86 (0,82; 0,90)	0,035
Абдоминальное ожирение	% (n)	40,0 (1952)	35,3 (1710)	35,9 (1748)	35,8 (1765)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,90 (0,86; 0,94)	0,89 (0,85; 0,93)	0,82 (0,78; 0,86)	0,042
Гипергликемия	% (n)	19,3 (941)	13,8 (670)	11,7 (570)	10,2 (504)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,83 (0,79; 0,87)	0,76 (0,72; 0,81)	0,68 (0,64; 0,73)	0,024
Гипертриглицеридемия	% (n)	30,4 (1483)	27,3 (1322)	24,1 (1170)	22,8 (1122)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,95 (0,90; 0,99)	0,88 (0,84; 0,93)	0,86 (0,82; 0,90)	0,019
Гиперхолестеринемия	% (n)	58,3 (2846)	55,0 (2670)	55,3 (2691)	57,1 (2813)	0,0032
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,96 (0,92; 0,99)	0,95 (0,91; 0,99)	0,98 (0,93; 1,02)	0,59
ЛПВП	% (n)	21,3 (1042)	20,5 (995)	19,9 (967)	19,0 (934)	0,028
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,96 (0,91; 1,01)	0,95 (0,90; 0,99)	0,91 (0,86; 0,96)	0,022
ЛПНП	% (n)	63,2 (3089)	61,4 (2979)	62,9 (3058)	64,5 (3176)	0,018
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,99 (0,95; 1,03)	1,02 (0,97; 1,06)	1,02 (0,98; 1,07)	0,22

Примечание. Здесь и в табл. 4–6: расшифровка аббревиатур дана в тексте.

териальной гипертензии, ожирения, абдоминального ожирения, гипергликемии и гипертриглицеридемии в квартилях по «Мясной» модели питания (табл. 5). При этом более высокая частота факторов риска по сравнению с Q1, как правило, отмечаются в Q3 и Q4. Многофакторные ассоциации в основном соответствуют однофакторным, при этом тренд ОШ по данным факторам риска линейный, статистически значимый. Более высокая вероятность ожирения и абдоминального ожирения по сравнению с референсной группой наблюдается в Q2–Q4, артериальной гипертензии и гипергликемии – в Q3–Q4, гипертриглицеридемии – в Q4. Помимо данных ассоциаций, при многофакторном

анализе появляется статистически значимая более высокая вероятность низких концентраций ЛПВП в Q4 по сравнению с Q1.

«Смешанная» модель питания. В квартилях по «Смешанной» модели питания отмечаются различия частоты всех факторов риска, за исключением пониженного уровня ЛПВП (табл. 6). При этом с увеличением приверженности к модели частота факторов риска, как правило, увеличивается. После корректировки на социально-демографические и региональные различия структуры схожие ассоциации остались лишь по гипергликемии и повышенному уровню ЛПНП. В Q2–Q4 выше вероятность гипергликемии (тренд линейный, статистически значи-

Таблица 4. Ассоциации «Солевой» модели питания с факторами риска

Факторы риска		Квартили по модели питания				$p \chi^2$ р тренда ОШ
		Q1, n=4934	Q2, n=4812	Q3, n=4914	Q4, n=4860	
Артериальная гипертензия	% (n)	51,3 (2532)	47,0 (2262)	46,5 (2283)	45,3 (2204)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,97 (0,92; 1,01)	0,99 (0,94; 1,04)	0,99 (0,95; 1,04)	0,90
Ожирение	% (n)	33,3 (1641)	32,4 (1557)	32,5 (1595)	30,1 (1464)	0,0068
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,04 (0,99; 1,08)	1,08 (1,03; 1,13)	1,06 (1,01; 1,11)	0,17
Абдоминальное ожирение	% (n)	40,4 (1992)	37,4 (1800)	36,4 (1789)	32,8 (1594)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,04 (0,99; 1,08)	1,08 (1,03; 1,13)	1,05 (1,00; 1,10)	0,26
Гипергликемия	% (n)	16,2 (802)	13,7 (661)	13,4 (661)	11,5 (561)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,95 (0,89; 1,01)	0,94 (0,89; 0,99)	0,87 (0,81; 0,92)	0,036
Гипертриглицеридемия	% (n)	24,9 (1229)	25,5 (1226)	27,2 (1337)	26,8 (1305)	0,027
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,04 (0,99; 1,09)	1,10 (1,05; 1,15)	1,08 (1,03; 1,14)	0,13
Гиперхолестеринемия	% (n)	58,8 (2900)	57,1 (2749)	56,8 (2792)	53,1 (2579)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,05 (1,01; 1,10)	1,07 (1,03; 1,12)	1,02 (0,98; 1,07)	0,67
ЛПВП	% (n)	20,9 (1030)	20,2 (972)	19,8 (974)	19,8 (962)	0,51
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,98 (0,93; 1,03)	1,00 (0,95; 1,06)	1,01 (0,96; 1,06)	0,49
ЛПНП	% (n)	64,8 (3199)	62,8 (3021)	64,2 (3157)	60,2 (2925)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,02 (0,98; 1,07)	1,09 (1,04; 1,14)	1,03 (0,98; 1,07)	0,47

Таблица 5. Ассоциации «Мясной» модели питания с факторами риска

Факторы риска		Квартили по модели питания				p χ^2 p тренда ОШ
		Q1, n=4923	Q2, n=4845	Q3, n=4909	Q4, n=4843	
Артериальная гипертензия	% (n)	46,1 (2272)	45,2 (2191)	47,7 (2341)	51,2 (2477)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,02 (0,97; 1,07)	1,06 (1,01; 1,11)	1,08 (1,03; 1,13)	0,010
Ожирение	% (n)	29,8 (4923)	30,4 (1473)	31,8 (1559)	36,3 (1757)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,07 (1,02; 1,12)	1,10 (1,05; 1,16)	1,18 (1,13; 1,24)	0,013
Абдоминальное ожирение	% (n)	33,2 (1637)	35,8 (1734)	38,1 (1869)	39,9 (1935)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,12 (1,07; 1,18)	1,19 (1,13; 1,24)	1,23 (1,17; 1,29)	0,027
Гипергликемия	% (n)	11,5 (568)	11,9 (579)	14,5 (713)	17,0 (825)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,03 (0,97; 1,10)	1,15 (1,08; 1,22)	1,24 (1,17; 1,33)	0,022
Гипертриглицеридемия	% (n)	25,4 (1253)	24,9 (1206)	26,5 (1299)	27,6 (1339)	0,011
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,01 (0,96; 1,05)	1,05 (1,00; 1,10)	1,07 (1,02; 1,13)	0,023
Гиперхолестеринемия	% (n)	56,4 (2778)	56,1 (2716)	56,9 (2794)	56,4 (2732)	0,86
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,01 (0,96; 1,05)	1,01 (0,98; 1,06)	1,00 (0,95; 1,05)	0,99
ЛПВП	% (n)	20,0 (986)	20,0 (969)	19,9 (977)	20,8 (1006)	0,69
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,99 (0,94; 1,04)	1,02 (0,97; 1,07)	1,08 (1,03; 1,14)	0,13
ЛПНП	% (n)	63,1 (3106)	62,3 (3017)	63,1 (3100)	63,6 (3079)	0,60
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,99 (0,94; 1,03)	0,99 (0,95; 1,03)	0,97 (0,93; 1,02)	0,08

мый), а в Q2 выше вероятность высоких уровней ЛПНП по сравнению с референсной группой. По артериальной гипертензии ассоциации изменились на противоположные: в Q4 вероятность данного фактора риска статистически значимо ниже, чем в Q1. По ожирению, абдоминальному ожирению, гипертриглицеридемии и гиперхолестеринемии ассоциации с приверженностью к «Смешанной» модели питания после корректировки исчезли.

Обсуждение

В российской популяции выделены 4 устойчивые модели питания, условно обозначенные как «Разумная»,

«Солевая», «Мясная» и «Смешанная», с долей объясняемой дисперсии 55,9%. В моделях «Разумная», «Мясная» и «Смешанная» присутствуют как продукты с высокой пищевой ценностью, так и не рекомендуемые к частому потреблению в рамках здорового питания. «Солевая» модель представлена только нерекомендуемыми продуктами – колбасные изделия, соленья и маринованные продукты. Выделенные модели отражают реальное потребление пищевых продуктов и свидетельствуют, что в российской популяции, к сожалению, нет устойчивого стереотипа пищевого поведения здорового питания, подобного средиземноморской диете в странах Южной Европы. Если ранее в рамках исследования ЭССЕ-РФ была показана частота потребления отдельных групп

Таблица 6. Ассоциации «Смешанной» модели питания с факторами риска

Факторы риска		Квартили по модели питания				p χ^2 p тренда ОШ
		Q1, n=4888	Q2, n=4889	Q3, n=4891	Q4, n=4852	
Артериальная гипертензия	% (n)	44,8 (2190)	46,2 (2260)	48,9 (2393)	50,2 (2438)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,96 (0,92; 1,01)	0,96 (0,92; 1,01)	0,94 (0,89; 0,98)	0,08
Ожирение	% (n)	29,3 (1432)	32,2 (1574)	33,1 (1619)	33,6 (1632)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,03 (0,99; 1,08)	1,02 (0,98; 1,07)	1,00 (0,95; 1,05)	0,91
Абдоминальное ожирение	% (n)	33,9 (1659)	36,9 (1803)	37,7 (1845)	38,5 (1868)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,03 (0,98; 1,07)	1,02 (0,97; 1,06)	1,00 (0,95; 1,04)	0,91
Гипергликемия	% (n)	10,9 (533)	13,3 (649)	14,3 (702)	16,5 (801)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,08 (1,01; 1,15)	1,09 (1,01; 1,16)	1,16 (1,09; 1,24)	0,034
Гипертриглицеридемия	% (n)	24,5 (1197)	25,8 (1261)	26,4 (1293)	27,7 (1346)	0,0031
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,01 (0,96; 1,06)	1,01 (0,96; 1,06)	1,01 (0,96; 1,06)	0,22
Гиперхолестеринемия	% (n)	53,0 (2593)	56,6 (2765)	57,7 (2822)	58,5 (2840)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,03 (0,98; 1,06)	1,01 (0,97; 1,06)	1,03 (0,98; 1,07)	0,40
ЛПВП	% (n)	20,4 (996)	20,2 (990)	19,4 (947)	20,7 (1005)	0,39
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	0,99 (0,94; 1,05)	0,97 (0,92; 1,02)	1,01 (0,96; 1,07)	0,92
ЛПНП	% (n)	59,7 (2916)	64,1 (3134)	63,7 (3115)	64,6 (3137)	<0,0001
	ОШ (95% ДИ)	Референсная	1,05 (1,01; 1,10)	1,00 (0,96; 1,04)	1,00 (0,96; 1,04)	0,74

пищевых продуктов в российской популяции [15], то данное исследование дополняет эти знания с точки зрения группировки пищевых продуктов в фактические (эмпирические) рационы питания населения России.

Выделенные модели питания лишь частично соответствуют моделям, выделяемым в других странах. В структуре питания европейских и североамериканских популяций, более близкой к российской, достаточно высокий удельный вес занимают модели питания, характеризующиеся как «Здоровые» и включающие потребление фруктов, овощей, птицы, рыбы и морепродуктов, сыра, риса [17–19]. В противоположность этой модели зачастую выделяют «Западную» модель, нередко с двумя разновидностями: «Западно-солевая» (жареные говядина и свинина, хот-доги или колбасы, бекон, картофель, паста, пицца, выпечка, газированные напитки, белый хлеб) и «Западно-сладкая» (печенье, кексы, торты, выпечка, пироги, мороженое, фрукты и овощи).

Вызывает интерес «Мясная» модель, так как, как правило, в зарубежных исследованиях в апостериорных рационах питания потребление красного мяса разделяется с потреблением птицы и, особенно, рыбы и морепродуктов. Красное мясо при этом попадает в модели, обозначаемые как «Нездоровые» или «Западные», а мясо птицы и, особенно, рыба – в «Здоровые» модели. В то же время нередко данные продукты частично или полностью пересекаются в моделях, в частности в польской [20, 21] и швейцарской [22], индийской [23] и тайваньской [24] популяциях.

В целом можно отметить, что выделенная «Разумная» модель питания в большей степени соответствует «Здоровым» моделям в зарубежных исследованиях, а «Солевая» и «Мясная» – объединенной зарубежной «Западно-солевой» модели.

К сожалению, не представляется возможным сравнить полученные результаты с аналогичными российскими исследованиями, так как настоящее исследование является первой работой по анализу эмпирических данных структуры питания в рамках репрезентативной выборки российской популяции. Ранее проведенные российские исследования, использовавшие факторный анализ для выделения моделей питания, посвящены изучению детей [11, 13], школьных преподавателей [10], шорцев (малочисленной народности в Сибири) [14], населения одного из регионов России [12]. Последнее из этих исследований [12] выполнялось в рамках ЭССЕ-РФ и поэтому представляет собой часть результатов настоящего исследования, но только по Кемеровской области, с некоторыми методологическими ограничениями. Необходимо все же отметить, что полученные результаты в значительной степени соответствуют аналогичным ранее проведенным российским исследованиям.

Приверженность к выделенным моделям ассоциируется с факторами хронических неинфекционных заболеваний. «Разумная» модель питания характеризуется обратными (протективными) ассоциациями с артериальной гипертензией, ожирением, абдоминальным ожирением, гипергликемией, гипертриглицеридемией,

гиперхолестеринемией, пониженным уровнем ЛПВП. При этом по всем данным факторам риска, за исключением гиперхолестеринемии, отмечается линейный тренд ОШ, свидетельствующий о наличии дозо-эффективной ассоциации. Зарубежные исследования эмпирических моделей питания свидетельствуют об аналогичных ассоциациях. Снижение вероятности артериальной гипертензии при схожих моделях питания регистрировалось в бразильском [25], индийском (Мумбаи) [26], польском [20], бангладешском [27] поперечных исследованиях. Последующее проспективное исследование в Бангладеш [28] показало, что увеличение на единицу стандартного отклонения приверженности к «Сбалансированной» модели питания ассоциируется с ежегодным замедлением роста систолического артериального давления на 0,06 мм рт.ст. и на 0,08 мм рт.ст. пульсового давления.

Помимо артериальной гипертензии, приверженность к схожим с «Разумной» моделям питания ассоциировалась со снижением вероятности абдоминального ожирения (Бразилия, Индия) [23, 25], уменьшением концентрации триглицеридов (США) [29] и ЛПВП (Тайвань) [24]. Стоит, однако, отметить, что в индийском исследовании (Дели) [26] «фруктово-молочная» модель питания положительно ассоциировалась с абдоминальным ожирением и артериальной гипертензией, со статистически значимым трендом ОШ.

Ассоциации «Солевой» и «Мясной» моделей питания с факторами риска прямые (за исключением ассоциации «Солевой» модели с гипергликемией), т.е. негативные по характеру, при этом по ОШ «Мясной» модели отмечаются статистически значимые линейные тренды. Данные ассоциации соответствуют результатам зарубежных исследований со схожими наборами продуктов в эмпирических моделях питания: тайваньской «Мясной» модели – с гиперхолестеринемией и гипергликемией натощак [24], индийскими моделями «Мясная» и «Закуски и сладости» – с общим и абдоминальным ожирением [26, 23], голландской «Традиционной» модели – с увеличением концентрации общего холестерина и глюкозы, а также снижением концентрации ЛПВП [30], «Современной западной» модели в Буркина-Фасо – с избыточной массой тела [31], мексиканской «Западной» модели – с гипергликемией натощак и снижением концентрации ЛПВП [32], тайландскими «Традиционной» – с гипертриглицеридемией [33] и «Современной западной» – с артериальной гипертензией [34], бангладешской «Западной» модели – с артериальной гипертензией [27] и повышенным артериальным давлением [28], польской «Традиционной» модели – с абдоминальным ожирением [20].

«Смешанная» модель питания ассоциируется лишь со снижением вероятности артериальной гипертензии и увеличением гипергликемии (линейный тренд) и высоких уровней ЛПНП. Провести сравнение с зарубежными результатами затруднительно, так как аналогичных моделей со схожим набором пищевых продуктов в доступной литературе не нашлось.

Необходимо отметить сильные стороны проведенного исследования и его ограничения. Полученные результаты основаны на большой репрезентативной выборке населения России, включившей 13 регионов всех климатогеографических зон страны, за исключением территорий Крайнего Севера. Данное исследование является первой попыткой обобщить российские особенности эмпирических рационов питания и их ассоциации с факторами риска неинфекционных хронических заболеваний.

Основным ограничением исследования является использование короткой версии анкеты по питанию. В то же время, хотя и не часто, но такие варианты оценки рационов питания, особенно при массовых исследованиях, проводятся [21, 34]. Группы пищевых продуктов, отобранные в исследовании, представляют собой продукты, наиболее часто потребляемые в российской популяции, и охватывают как здоровые, так и нездоровые компоненты пищи.

Поперечный характер исследования ограничивает результаты с точки зрения причинно-следственной доказательности выводов.

Кроме того, необходимо отметить, что частота потребления молочных продуктов, в отличие от других групп продуктов, была рассчитана и объединена по сумме частот потребления четырех более мелких групп. Это, с одной стороны, может внести некоторое смещение в получаемые результаты, хотя, с другой стороны, все расчеты были логически обоснованы и выверены с помощью адекватных методов статистики.

Выводы

1. В российской популяции выделяются 4 устойчивых сочетания потребления основных групп пищевых продуктов: «Разумный» (молочные продукты, сладости и кондитерские изделия, свежие фрукты и овощи, крупы и макароны), «Солевой» (колбасные изделия, соления и маринованные продукты), «Мясной» (мясо, рыба и морепродукты, птица), «Смешанный» (бобовые, соления и маринованные продукты, рыба и морепродукты).

«Разумная» модель преимущественно соответствует «Здоровым» или «Сбалансированным» моделям в зарубежных исследованиях, сочетание «Солевой» и «Мясной» моделей – «Западной солевой».

2. Приверженность к выделенным моделям питания ассоциируется с вероятностью факторов риска хронических неинфекционных заболеваний. При этом приверженность к «Разумной» модели питания ассоциируется со снижением вероятности факторов риска, а к «Солевой» и «Мясной» моделям – напротив, с увеличением. Полученные ассоциации в целом соответствуют результатам аналогичных зарубежных исследований. По «Смешанной» модели питания отмечаются отдельные ассоциации с факторами риска, не позволяющие качественно оценить модель с точки зрения влияния на здоровье.

Благодарности. Авторы статьи выражают глубокую благодарность участникам исследования ЭССЕ-РФ, внесшим большой вклад в получение данных: **Москва:** Ю.В. Жернакова, В.В. Константинов, М.Н. Мамедов, Р.Г. Оганов, Е.И. Суворова, М.Б. Худяков, Е.В. Ощепкова; **Санкт-Петербург:** Е.И. Баранова, А.О. Конради; **Владивосток:** Н.В. Кулакова, В.А. Невзорова, Н.В. Шестакова, М.В. Мокшина, Л.В. Родионова; **Владикавказ:** Г.В. Толпаров; **Вологда:** В.А. Ильин, А.А. Шабунова, К.Н. Калашников, О.Н. Калачикова, А.В. Попов; **Волгоград:** С.В. Недогода, Е.В. Чумачек, А.А. Ледеява; **Воронеж:** Г.И. Фурменко, Т.М. Черных, В.В. Овсянникова, Л.В. Бондарцов; **Иваново:** О.А. Белова, С.В. Романчук, О.А. Назарова, О.А. Шутемова; **Кемерово:** О.Л. Барбараш, Г.В. Артамонова, Е.В. Индукаева, Т.А. Мулерова, А.Е. Скрипченко, Н.В. Черкасс, М.В. Табакаев, Я.В. Данильченко; **Красноярск:** Ю.И. Гринштейн, М.М. Петрова, Л.К. Данилова, А.А. Евсюков, В.В. Шабалин, Р.Р. Руф, А.А. Косинова, И.В. Филоненко, О.А. Байкова; **Оренбург:** Р.А. Либис, Е.А. Лопина, И.Р. Басырова; **Самара:** Д.В. Дупляков, С.А. Гудкова, Н.А. Черепанова; **Томск:** И.А. Трубачева, В.С. Кавешников, Р.С. Карпов, В.Н. Серебрякова; **Тюмень:** А.Ю. Ефанов, И.В. Медведева, М.А. Сторожок, С.В. Шалаев.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Сведения об авторах

Максимов Сергей Алексеевич (Maksimov Sergey A.) – доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: m1979sa@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0545-2586>

Карамнова Наталья Станиславовна (Karamnova Natalia S.) – кандидат медицинских наук, руководитель лаборатории эпидемиологии питания отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: NKaramnova@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8604-712X>

Шальнова Светлана Анатольевна (Shalnova Svetlana A.) – доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: sshalnova@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2087-6483>

Баланова Юлия Андреевна (Balanova Yuliya A.) – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономического анализа эпидемиологических исследований и профилактических технологий отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: JBalanova@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8011-2798>

Деев Александр Дмитриевич (Deev Aleksandr D.) – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории медицинской биостатистики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: ADeev@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7669-9714>

Евстифеева Светлана Евгеньевна (Evstifeeva Svetlana E.) – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: SEvstifeeva@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7486-4667>

Имаева Асия Эмверовна (Imaeva Asiya E.) – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: Almaeva@gnicpm.ru,

<https://orcid.org/0000-0002-9332-0622>

Капустина Анна Владимировна (Kapustina Anna V.) – старший научный сотрудник отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: AKapustina@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9624-9374>

Муромцева Галина Аркадьевна (Muromtseva Galina A.) – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: GMuromtseva@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0240-3941>

Ротарь Оксана Петровна (Rotar Oksana P.) – доктор медицинских наук, заведующая лабораторией эпидемиологии неинфекционных заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России (Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: rotar@almazovcentre.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5530-9772>

Шлякто Евгений Владимирович (Shlyakhto Evgeniy V.) – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России (Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: pmu@almazovcentre.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2929-0980>

Бойцов Сергей Анатольевич (Boytsov Sergey A.) – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: info@cardioweb.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6998-8406>

Драпкина Оксана Михайловна (Drapkina Oksana M.) – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: ODrapkina@gnicpm.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4453-8430>

Литература

1. Hu F.B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology // *Curr. Opin. Lipidol.* 2002. Vol. 13, N 1. P. 3–9.
2. Schulze M.B., Martínez-González M.A., Fung T.T. et al. Food based dietary patterns and chronic disease prevention // *BMJ.* 2018. Vol. 13, N 361. Article ID k2396.
3. Newby P.K., Tucker K.L. Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: a review // *Nutr. Rev.* 2004. Vol. 62, N 5. P. 177–203.
4. Tapsell L.C., Neale E.P., Satija A., Hu F.B. Foods, nutrients, and dietary patterns: interconnections and implications for dietary guidelines // *Adv. Nutr.* 2016. Vol. 7, N 3. P. 445–454.

5. Кунцевич А.К. Риск метаболического синдрома и питание населения // *Ожирение и метаболизм*. 2015. Т. 12, № 1. С. 3–10.
6. Denova-Gutiérrez E., Méndez-Sánchez L., Muñoz-Aguirre P. et al. Dietary patterns, bone mineral density, and risk of fractures: a systematic review and meta-analysis // *Nutrients*. 2018. Vol. 10, N 12. Article ID E1922.
7. Garcia-Larsen V., Morton V., Norat T. et al. Dietary patterns derived from principal component analysis (PCA) and risk of colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis // *Eur. J. Clin. Nutr.* 2019. Vol. 73, N 3. P. 366–386.
8. Jannasch F., Kröger J., Schulze M.B. Dietary patterns and type 2 diabetes: a systematic literature review and meta-analysis of prospective studies // *J. Nutr.* 2017. Vol. 147, N 6. P. 1174–1182.
9. Saeedi P., Shavandi A., Skidmore P.M.L. What do we know about diet and markers of cardiovascular health in children: a review // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019. Vol. 16, N 4. Article ID E548.
10. Максимов С.А., Иванова О.А., Зинчук С.Ф. Применение факторного анализа при определении стереотипов пищевого поведения населения // *Гиг. и сан.* 2013. № 2. С. 45–47.
11. Максимов С.А., Куракин М.С., Максимова Е.В. Особенности формирования стереотипов пищевого поведения школьников в зависимости от уровня урбанизации // *Рос. педиатр. журн.* 2012. № 6. С. 52–55.
12. Максимов С.А., Табакаев М.В., Данильченко Я.В. и др. Стереотипы пищевого поведения и состояние сердечно-сосудистой системы населения // *Гиг. и сан.* 2017. № 6. С. 585–589.
13. Тапешкина Н.В., Перевалов А.Я., Попкова Л.В. Формирование стереотипов пищевого поведения у детей в зависимости от возраста // *Сибир. науч. мед. журн.* 2018. Т. 38, № 4. С. 121–126.
14. Цыганкова Д.П., Мулрова Т.А., Огарков М.Ю. и др. Основные принципы питания и пищевое поведение у современных жителей Горной Шории // *Профилактик. мед.* 2016. Т. 19, № 4. С. 47–51.
15. Карамнова Н.С., Шальнова С.А., Деев А.Д. и др. Характер питания взрослого населения по данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ // *Кардиоваскулярная тер. и профилактика*. 2018. Т. 17, № 4. С. 61–66.
16. Бойцов С.А., Чазов Е.И., Шляхто Е.В. и др. Научно-организационный комитет проекта ЭССЕ-РФ. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах России (ЭССЕ-РФ). Обоснование и дизайн исследования // *Профилактик. мед.* 2013. Т. 16, № 6. С. 25–34.
17. Jannasch F., Riordan F., Andersen L.F., Schulze M.B. Exploratory dietary patterns: a systematic review of methods applied in pan-European studies and of validation studies // *Br. J. Nutr.* 2018. Vol. 120, N 6. P. 601–611.
18. Roberts K., Cade J., Dawson J., Holdsworth M. Empirically derived dietary patterns in UK adults are associated with sociodemographic characteristics, lifestyle, and diet quality // *Nutrients*. 2018. Vol. 10, N 2. P. 177.
19. Trudeau K., Rousseau M.C., Csizmadia I., Parent M.É. Dietary patterns among French-speaking men residing in Montreal, Canada // *Prev. Med. Rep.* 2018. Vol. 13. P. 205–213.
20. Czekajło A., Różańska D., Zatońska K. et al. Association between dietary patterns and metabolic syndrome in the selected population of Polish adults—results of the PURE Poland Study // *Eur. J. Public Health*. 2019. Vol. 29, N 2. P. 335–340.
21. Jezewska-Zychowicz M., Gębski J., Guzek D. et al. The associations between dietary patterns and sedentary behaviors in Polish adults (LifeStyle Study) // *Nutrients*. 2018. Vol. 10, N 8. Article ID 1004.
22. Marques-Vidal P., Waeber G., Vollenweider P., Guessous I. Socio-demographic and lifestyle determinants of dietary patterns in French-speaking Switzerland, 2009–2012 // *BMC Public Health*. 2018. Vol. 18, N 1. P. 131.
23. Satija A., Hu F.B., Bowen L. et al. Dietary patterns in India and their association with obesity and central obesity // *Public Health Nutr.* 2015. Vol. 18, N 16. P. 3031–3041.
24. Muga M.A., Owili P.O., Hsu C.Y. et al. Association between dietary patterns and cardiovascular risk factors among middle-aged and elderly adults in Taiwan: a population-based study from 2003 to 2012 // *PLoS One*. 2016. Vol. 11, N 7. Article ID e0157745.
25. Silveira B.K.S., de Novaes J.F., Reis N.A. et al. «Traditional» and «Healthy» dietary patterns are associated with low cardiometabolic risk in Brazilian subjects // *Cardiol. Res. Pract.* 2018. Vol. 2018. Article ID 4585412.
26. Daniel C.R., Prabhakaran D., Kapur K. et al. A cross-sectional investigation of regional patterns of diet and cardio-metabolic risk in India // *Nutr. J.* 2011. Vol. 10. P. 12.
27. Chen Y., Factor-Litvak P., Howe G.R. et al. Nutritional influence on risk of high blood pressure in Bangladesh: a population-based cross-sectional study // *Am. J. Clin. Nutr.* 2006. Vol. 84, N 5. P. 1224–1232.
28. Jiang J., Liu M., Parvez F. et al. Association of major dietary patterns and blood pressure longitudinal change in Bangladesh // *J. Hypertens.* 2015. Vol. 33, N 6. P. 1193–1200.
29. Newby P.K., Muller D., Tucker K.L. Associations of empirically derived eating patterns with plasma lipid biomarkers: a comparison of factor and cluster analysis methods // *Am. J. Clin. Nutr.* 2004. Vol. 80, N 3. P. 759–767.
30. van Dam R.M., Grievink L., Ocké M.C., Feskens E.J. Patterns of food consumption and risk factors for cardiovascular disease in the general Dutch population // *Am. J. Clin. Nutr.* 2003. Vol. 77, N 5. P. 1156–1163.
31. Becquey E., Savy M., Danel P. et al. Dietary patterns of adults living in Ouagadougou and their association with overweight // *Nutr. J.* 2010. Vol. 9. P. 13.
32. Denova-Gutiérrez E., Castañón S., Talavera J.O. et al. Dietary patterns are associated with metabolic syndrome in an urban Mexican population // *J. Nutr.* 2010. Vol. 140, N 10. P. 1855–1863.
33. Chupanit P., Muktabhant B., Schelp F.P. Dietary patterns and their association with the components of metabolic syndrome: a cross-sectional study of adults from northeast Thailand (version 2; peer review: 2 approved) // *F1000Res*. 2018. Vol. 7. P. 905.
34. Shi Z., Papier K., Yiengprugsawan V. et al. Dietary patterns associated with hypertension risk among adults in Thailand: 8-year findings from the Thai Cohort Study // *Public Health Nutr.* 2019. Vol. 22, N 2. P. 307–313.

References

1. Hu F.B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol.* 2002; 13 (1): 3–9.
2. Schulze M.B., Martínez-González M.A., Fung T.T., et al. Food based dietary patterns and chronic disease prevention. *BMJ.* 2018; 13 (361): k2396.
3. Newby P.K., Tucker K.L. Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: a review. *Nutr Rev.* 2004; 62 (5): 177–203.
4. Tapsell L.C., Neale E.P., Satija A., Hu F.B. Foods, nutrients, and dietary patterns: interconnections and implications for dietary guidelines. *Adv Nutr.* 2016; 7 (3): 445–54.
5. Kuntsevich A.K. The risk of metabolic syndrome and nutrition. *Ozhirenie i metabolism [Obesity and Metabolism]*. 2015; 12 (1): 3–10. (in Russian)
6. Denova-Gutiérrez E., Méndez-Sánchez L., Muñoz-Aguirre P., et al. Dietary patterns, bone mineral density, and risk of fractures: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2018; 10 (12): E1922.
7. Garcia-Larsen V., Morton V., Norat T., et al. Dietary patterns derived from principal component analysis (PCA) and risk of colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2019; 73 (3): 366–86.

8. Jannasch F., Kröger J., Schulze M.B. Dietary patterns and type 2 diabetes: a systematic literature review and meta-analysis of prospective studies. *J Nutr.* 2017; 147 (6): 1174–82.
9. Saeedi P., Shavandi A., Skidmore P.M.L. What do we know about diet and markers of cardiovascular health in children: a review. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16 (4): E548.
10. Maksimov S.A., Ivanova O.A., Zinchuk S.F. The use of factor analysis in determining the dietary patterns in the population. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation].* 2013; (2): 45–7. (in Russian)
11. Maksimov S.A., Kurakin M.S., Maksimova E.V. Stereotypes of food behaviour of pupils depending on an urban saturation of a place of residing: application factor analysis. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal [Russian Journal of Pediatrics].* 2012; (6): 52–5. (in Russian)
12. Maksimov S.A., Tabakaev M.V., Danilchenko Ya.V., et al. Dietary patterns and cardiovascular health of the population (ESSE-RF) study in the Kemerovo region. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation].* 2017; (6): 585–9. (in Russian)
13. Tapeschkina N.V., Perevalov A.Ya., Popkova L.V. Formation of food behavior stereotypes in children depending on age. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal [Siberian Scientific Medical Journal].* 2018; 38 (4): 121–6. (in Russian)
14. Tsygankova D.P., Mulerova T.A., Ogarkov M.Yu., et al. Basic nutrition principles and eating behavior in modern inhabitants of Gornaya Shoria. *Profilakticheskaya meditsina [Preventive Medicine].* 2016; 19 (4): 47–51. (in Russian)
15. Karamnova N.S., Shalnova S.A., Deev A.D., et al. Nutrition characteristics of adult inhabitants by ESSE-RF study. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika [Cardiovascular Therapy and Prevention].* 2018; 17 (4): 61–6. (in Russian)
16. Boitsov S.A., Chazov E.I., Shlyakhto E.V., et al. Epidemiology of cardiovascular diseases in different regions of Russia (ESSE-RF). The rationale for and design of the study. *Profilakticheskaya meditsina [Preventive Medicine].* 2013; 16 (6): 25–34. (in Russian)
17. Jannasch F., Riordan F., Andersen L.F., Schulze M.B. Exploratory dietary patterns: a systematic review of methods applied in pan-European studies and of validation studies. *Br J Nutr.* 2018; 120 (6): 601–11.
18. Roberts K., Cade J., Dawson J., Holdsworth M. Empirically derived dietary patterns in UK adults are associated with sociodemographic characteristics, lifestyle, and diet quality. *Nutrients.* 2018; 10 (2): 177.
19. Trudeau K., Rousseau M.C., Csizmadia I., Parent M.É. Dietary patterns among French-speaking men residing in Montreal, Canada. *Prev Med Rep.* 2018; 13: 205–13.
20. Czekajło A., Róžańska D., Zatońska K., et al. Association between dietary patterns and metabolic syndrome in the selected population of Polish adults—results of the PURE Poland Study. *Eur J Public Health.* 2019; 29 (2): 335–40.
21. Jezewska-Zychowicz M., Gębski J., Guzek D., et al. The associations between dietary patterns and sedentary behaviors in Polish adults (LifeStyle Study). *Nutrients.* 2018; 10 (8): 1004.
22. Marques-Vidal P., Waeber G., Vollenweider P., Guessous I. Socio-demographic and lifestyle determinants of dietary patterns in French-speaking Switzerland, 2009–2012. *BMC Public Health.* 2018; 18 (1): 131.
23. Satija A., Hu F.B., Bowen L., et al. Dietary patterns in India and their association with obesity and central obesity. *Public Health Nutr.* 2015; 18 (16): 3031–41.
24. Muga M.A., Owili P.O., Hsu C.Y., et al. Association between dietary patterns and cardiovascular risk factors among middle-aged and elderly adults in Taiwan: a population-based study from 2003 to 2012. *PLoS One.* 2016; 11 (7): e0157745.
25. Silveira B.K.S., de Novaes J.F., Reis N.A., et al. «Traditional» and «Healthy» dietary patterns are associated with low cardiometabolic risk in Brazilian subjects. *Cardiol Res Pract.* 2018; 2018: 4585412.
26. Daniel C.R., Prabhakaran D., Kapur K., et al. A cross-sectional investigation of regional patterns of diet and cardio-metabolic risk in India. *Nutr J.* 2011; 10: 12.
27. Chen Y., Factor-Litvak P., Howe G.R., et al. Nutritional influence on risk of high blood pressure in Bangladesh: a population-based cross-sectional study. *Am J Clin Nutr.* 2006; 84 (5): 1224–32.
28. Jiang J., Liu M., Parvez F., et al. Association of major dietary patterns and blood pressure longitudinal change in Bangladesh. *J Hypertens.* 2015; 33 (6): 1193–200.
29. Newby P.K., Muller D., Tucker K.L. Associations of empirically derived eating patterns with plasma lipid biomarkers: a comparison of factor and cluster analysis methods. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80 (3): 759–67.
30. van Dam R.M., Grievink L., Ocké M.C., Feskens E.J. Patterns of food consumption and risk factors for cardiovascular disease in the general Dutch population. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77 (5): 1156–63.
31. Becquey E., Savy M., Danel P., et al. Dietary patterns of adults living in Ouagadougou and their association with overweight. *Nutr J.* 2010; 9: 13.
32. Denova-Gutiérrez E., Castañón S., Talavera J.O., et al. Dietary patterns are associated with metabolic syndrome in an urban Mexican population. *J Nutr.* 2010; 140 (10): 1855–63.
33. Chupanit P., Muktabhant B., Schelp F.P. Dietary patterns and their association with the components of metabolic syndrome: a cross-sectional study of adults from northeast Thailand (version 2; peer review: 2 approved). *F1000Res.* 2018; 7: 905.
34. Shi Z., Papier K., Yiengprugsawan V., et al. Dietary patterns associated with hypertension risk among adults in Thailand: 8-year findings from the Thai Cohort Study. *Public Health Nutr.* 2019; 22 (2): 307–13.

Для корреспонденции

Мартинчик Арсений Николаевич – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»
 Адрес: 109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14
 Телефон: (495) 698-53-87
 E-mail: arsmartin@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5200-7907>

Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Михайлов Н.А., Кешабянц Э.Э., Камбаров А.О.

Разработка и оценка достоверности базового индекса здорового питания населения России

Development and assessment of the reliability of the basic healthy eating index for the Russian population

Martinchik A.N., Baturin A.K., Mikhaylov N.A., Keshabyants E.E., Kambarov A.O.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия
 Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Традиционное представление данных о фактическом среднесуточном потреблении энергии, пищевых веществ, пищевых продуктов, а также критически значимых факторов риска затрудняет целостную оценку рациона питания, состоящую как минимум из десятка показателей только по нутриентам.

Цель исследования – разработка индекса здорового питания (ИЗП), основанного на эпидемиологических данных о фактическом питании населения России и принятых в стране критериях и принципах здорового питания.

Материал и методы. Использованы данные о фактическом потреблении пищевых веществ, энергии и основных групп пищевых продуктов, полученных при кросс-секционном (поперечном) обследовании питания членов 45 тыс. домохозяйств в возрасте старше 3 лет, проведенного Росстатом во всех субъектах РФ в 2013 г. Критерии балльной оценки компонентов-индикаторов ИЗП были разработаны с учетом современных представлений о величинах потребления наиболее важных групп пищевых продуктов, а также уровней потребления критически значимых факторов риска хронических неинфекционных заболеваний.

Результаты и обсуждение. В конструкцию ИЗП включены 5 индикаторов, характеризующих адекватность потребления основных групп пищевых продуктов, а также 5 индикаторов алиментарных факторов риска хронических неинфекционных заболеваний. Потребление групп пищевых продуктов (зерновые, молочные, мясопродукты, исключая колбасы, овощи, фрукты) было рассчитано в г/1000 ккал, а критически значимые факторы риска (общий жир, насыщенные жиры, добавленный сахар, добавленная соль) оценивались в процентах общей энергии рациона. В результате преобразований количественных переменных потребления макронутриентов (факторов риска) и пищевых продуктов были получены количественные балльные оценки (0–10 баллов) всех 10 индикаторов-компонентов ИЗП. Оценка достоверности ИЗП (валидация) показала, что между интегральным ИЗП и составляющими компонентами-индикаторами прослеживается статистически значимая положительная корреляция. Это является признаком достоверности и объективности кон-

Для цитирования: Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Михайлов Н.А., Кешабянц Э.Э., Камбаров А.О. Разработка и оценка достоверности базового индекса здорового питания населения России // *Вопр. питания.* 2019. Т. 88, № 6. С. 34–44. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10062

Статья поступила в редакцию 20.05.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Martinchik A.N., Baturin A.K., Mikhaylov N.A., Keshabyants E.E., Kambarov A.O. Development and assessment of the reliability of the basic healthy eating index for the Russian population. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2019; 88 (6): 34–44. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10062 (in Russian)

Received 20.05.2019. **Accepted** 19.11.2019.

струкции ИЗП. Вместе с тем была выявлена отрицательная корреляция между величиной ИЗП и баллами мясных продуктов, включая колбасные изделия (все виды промышленно переработанного мяса: колбасы, сосиски, сардельки, ветчинные изделия, тушенку и т.п.), что послужило основанием для исключения колбасных изделий из расчета суммы мясных продуктов. Показано, что ИЗП существенно выше у лиц женского пола в возрастных группах старше 11 лет. Установлена выраженная зависимость ИЗП от возраста у лиц обоего пола, что может служить показателем высокой чувствительности ИЗП к изменениям характера питания. При этом максимальные величины ИЗП отмечены в детском возрасте, минимальные – у взрослых 19–60 лет, с последующим повышением в возрастной группе старше 60 лет. Не выявлено изменения ИЗП при ожирении у мужчин, однако у женщин с индексом массы тела более 30,0 кг/м² ИЗП значительно выше, чем при нормальной массе тела (индекс массы тела 18,5–24,9 кг/м²).

Заключение. Необходимы дальнейшие исследования чувствительности ИЗП по оценке характера питания и зависимости от социально-экономических и других переменных, в том числе от широкого круга модификаций пищевого рациона.

Ключевые слова: фактическое питание, индекс здорового питания, разработка, состав, оценка достоверности, пол, возраст, ожирение

The conventional presentation of data on the actual average daily consumption of energy, nutrients, food products, as well as critically important risk factors complicates a holistic dietary assessment, consisting of at least a dozen indicators only for nutrients.

The aim of the study was to develop a healthy eating index (HEI), based on epidemiological data on the actual nutrition of the Russian population and the criteria and principles of healthy nutrition adopted in the country.

Material and methods. We used the data on the dietary intake of nutrients, energy and the main food groups obtained from the cross-sectional nutritional survey of members of 45 000 households over the age of 3 years conducted by Federal Statistics Service (Rosstat) in all regions of the Russian Federation in 2013. The criteria for scoring the indicator-components of the HEI were developed taking into account modern recommendations about the magnitudes of consumption of the most important food groups, as well as the levels of consumption of critical risk factors for chronic non-communicable diseases.

Results and discussion. The HEI design included 5 indicators characterizing the adequacy of consumption of the main food groups, as well as 5 indicators of nutritional risk factors for chronic non-communicable diseases. Consumption of food groups (cereals, dairy, meat products, excluding sausages, vegetables, fruits) and added salt was calculated in g per 1000 kcal, and critical risk factors (total fat, saturated fat, added sugars) were estimated as a percentage of total energy. As a result of transformations of quantitative variables of consumption of macronutrients (risk factors) and food products, quantitative scores were obtained (0–10 points) for all 10 indicator-components of the HEI. The assessment of the reliability of the HEI (validation) showed that a statistically significant positive correlation can be traced between the integral HEI and the indicators. This is a sign of reliability and objectivity of the HEI design. At the same time, a negative correlation was found between the value of the HEI and the scores of meat products, including sausages, that was the basis for excluding sausages from calculating the amount of meat products. It has been shown that HEI is significantly higher in females in age groups older than 11 years. A pronounced dependence of HEI on the age of people of both sexes has been established, that may be an indicator of the high sensitivity of HEI to changes in dietary patterns. The maximum HEI values were noted in children, the minimum – in adults 19–60 years, with a subsequent increase in the age group over 60 years. There were no changes in HEI in obese men, but HEI in women with body mass index (BMI) above 30.0 was significantly higher than in those with normal body weight (BMI 18.5–24.9).

Conclusion. Further research is needed on the sensitivity of the HEI in terms of assessing the dietary patterns and dependence on socio-economic and other variables, including a wide range of dietary modifications.

Keywords: dietary intake, healthy eating index, score of components, assessment of validity, demographic variables, gender, age, overweight, obesity

Оценка фактического питания в силу многочисленности показателей представляет трудную задачу для интегральной оценки. Традиционное представление данных о фактическом среднесуточном потребле-

нии энергии, пищевых веществ, пищевых продуктов, а также критически значимых факторов риска затрудняет целостную оценку рациона питания, состоящую как минимум из десятка показателей только по нутриентам,

Таблица 1. Распределение величин потребления макронутриентов и групп пищевых продуктов, входящих в конструкцию балльной оценки компонентов индекса здорового питания

Показатель	M	Процентиль					
		3-й	5-й	25-й	50-й	75-й	95-й
Зерновые продукты, г/1000 ккал	115,1	32,1	41,6	82,0	111,7	144,0	199,1
Молочные продукты в расчете на молоко, г/1000 ккал	176,5	0,0	0,0	26,7	130,4	258,3	536,2
Мясопродукты, г/1000 ккал	102,1	0,0	1,7	57,2	95,4	138,3	216,9
Овощи, г/1000 ккал	96,0	0,0	3,7	34,6	77,2	131,9	253,0
Фрукты, г/1000 ккал	65,5	0,0	0,0	0,0	23,4	99,5	251,4
% жира по калорийности	36,1	18,0	20,3	29,7	36,1	42,5	52,1
% насыщенных жирных кислот по калорийности	14,3	5,3	6,4	10,8	14,0	17,5	23,3
% добавленного сахара по калорийности	11,8	0,3	0,9	6,4	10,9	16,0	25,6
Холестерин, мг/сут	326,5	32,5	48,2	134,8	231,2	409,8	936,9
Поваренная соль, г/1000 ккал	4,9	1,8	2,1	3,5	4,6	6,0	8,6

а при анализе структуры продуктового набора число параметров может достигать сотни. Хорошо известно и общепринято, что широкий спектр пищевых факторов играет роль в развитии алиментарно-зависимых хронических неинфекционных заболеваний современного человека [1, 2].

Для комплексной оценки рациона питания были предложены интегральные индексы качества питания (ИКП), которые в различных странах и у разных групп исследователей носят различные названия.

ИКП представляют собой количественную меру здорового питания и известны под различными названиями: индексы качества (рациона) питания (ИКП, DQI, Diet quality index), индексы здорового питания (ИЗП, HEI, Healthy eating index) и др. Все ИКП включают термин «качества» и направлены на оценку не только положительных и поощряемых характеристик питания, но также призваны давать интегральную оценку неблагоприятных алиментарных факторов риска хронических неинфекционных заболеваний [3, 4]. Известно более 25 различных ИКП [5]. Во многих исследованиях, в частности в США, Китае, Австралии и в других странах, используется термин «индекс здорового питания» как конкретная разновидность ИКП [6–11].

Большинство индексов предназначено для оценки потребления пищевых веществ и продуктовой структуры рационов питания в сравнении с существующими национальными рекомендациями по здоровому питанию для населения.

Целью настоящего раздела исследований явилась разработка ИЗП, основанного на эпидемиологических исследованиях характера питания населения России и принятых в стране критериях и принципах здорового питания.

Материал и методы

Разработка ИЗП была основана на использовании материалов (банка данных) Выборочного обследования рациона питания, проведенного Росстатом среди взрослых членов 45 тыс. домохозяйств во всех субъектах РФ в апреле и сентябре 2013 г. [12, 13]. Единицей наблюдения при проведении выборочного обследования рациона питания населения является домохозяйство, представляющее собой совокупность лиц, проживающих в одном жилом помещении, совместно обеспечивающих себя

Таблица 2. Количественные характеристики-компоненты индекса здорового питания и их оценка (в баллах)

Индикаторы (компоненты)	Шкала балльной оценки	Минимальная оценка 0 баллов	Максимальная оценка 10 баллов
<i>Индикаторы адекватности продуктового потребления, г/1000 ккал</i>			
1. Зерновые продукты	0–10	<5 г	≥140 г
2. Овощи	0–10	Нет потребления	≥108 г
3. Фрукты	0–10	Нет потребления	≥90 г
4. Молочные продукты	0–10	Нет потребления	≥225 г
5. Мясопродукты, исключая колбасные изделия	0–10	Нет потребления	≥126 г
<i>Индикаторы ограничения потребления, индикаторы факторов риска</i>			
6. Общие жиры, % энергии	0–10 (45–30)	≥45	≤30
7. Насыщенные жирные кислоты, % энергии	0–10 (25–10)	≥25	≤10
8. Добавленный сахар, % энергии	0–10 (25–10)	≥25	≤10
9. Холестерин, мг/сут	0–10 (450–300)	≥450	≤300
10. Соль добавленная, г/1000 ккал	0–10	≥5,0	≤2,75

Таблица 3. Прямой и обратный счет баллов компонентов индекса здорового питания

Показатель	Баллы										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Потребление зерновых продуктов, г/1000 ккал (прямой счет баллов)	<5	5–19,9	20–34,9	35–49,9	50–64,9	65–79,9	80–94,9	95–109,9	110–124,9	125–139,9	≥140
% энергии общего жира (обратный счет баллов)	>45,0	42,8–45,0	41,2–42,8	39,6–41,2	38,0–39,6	36,4–38,0	34,8–36,4	33,2–34,8	31,6–33,2	30,0–31,6	<30,0

пищей и всем необходимым для жизни, т.е. полностью или частично объединяющих и расходующих свои средства.

Фактическое потребление пищи у всех членов обследованных домохозяйств (взрослых и детей старше 3 лет) изучали методом 24-часового воспроизведения питания [14, 15]. Обследование той же выборки домохозяйств проводили дважды – в апреле и сентябре 2013 г. Оценку количества потребляемой пищи проводили с помощью альбома продуктов и блюд, содержащего фотографии порций наиболее часто употребляемой пищи в натуральную величину [16]. На основе национальных таблиц пищевой ценности продуктов питания [17] созданы два банка данных. Первый представляет собой базу химического состава и энергетической ценности пищевых продуктов и блюд. Другой банк данных включает рецептурный состав сложных блюд и кулинарных изделий, служащий для декомпозиции сложной рецептуры в набор составляющих рецептуру элементарных продуктов. Для каждого респондента были рассчитаны средние величины потребления нутриентов, энергии и количества потребляемых индивидуальных продуктов или групп продуктов, используемых для расчета ИЗП.

Обработку первичного материала, расчеты и преобразование данных и статистическую обработку проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics v.23,0 (IBM, США), в которой был специально написан алгоритм расчетов и анализа индивидуального потребления пищевых продуктов и конвертирования данных о потреблении пищи в величины потребления энергии и пищевых веществ. Использовали средние величины потребления, полученные в двух этапах исследования в апреле и сентябре. Для перевода количественных параметров суточного потребления макронутриентов и пищевых продуктов в балльную шкалу оценок использовали специальный статистический метод биннинга в программе IBM SPSS Statistics v.23,0.

Результаты

Конструирование индикативной (компонентной) структуры индекса здорового питания

На начальном этапе работы по конструированию ИЗП был проведен статистический анализ распределения величин фактического потребления взрослыми макронутриентов и групп пищевых продуктов, преобразованных в формат индикаторов-компонентов индекса (табл. 1).

Потребление макронутриентов [жира, насыщенных жирных кислот (НЖК), добавленного сахара] рассчитано как % общей калорийности рациона, потребление групп продуктов и добавленной соли представлено в г/1000 ккал рациона.

Алгоритм конструирования индекса здорового питания

На основании анализа данных по фактическому потреблению индикаторов-компонентов и с учетом рекомендуемых рациональных норм потребления пищевых продуктов [18] был сконструирован ИЗП, включающий 10 индикаторов-компонентов, представленных в табл. 2. Конструкция ИЗП учитывает различные аспекты, характеризующие здоровое питание с точки зрения рациональности структуры продуктового потребления и с точки зрения количественных характеристик потребления критически значимых факторов риска.

Индикаторы-компоненты 1–5, индикаторы адекватности (рациональности) потребления оценивают в баллах рацион питания с точки зрения удовлетворения рекомендаций для населения по потреблению наиболее важных групп пищевых продуктов: зерновые продукты, овощи, фрукты, молоко и группа мясных продуктов. Расчет потребления групп продуктов представляется в г/1000 ккал, а затем по распределению величин этого индикатора формируется балльная система оценок для каждой группы пищевых продуктов. Необходимо отметить, что величины потребления групп пищевых продуктов выражены в массе нетто съедобной части.

Таблица 4. Оценка интегрального индекса здорового питания и его компонентов для всего населения старше 3 лет (в баллах)

Компоненты	M	δ
Индекс здорового питания базовый	60,25	9,39
Потребление зерновых продуктов, баллы	7,55	1,93
Потребление молочных продуктов, баллы	5,60	3,22
Потребление мясных продуктов, исключая колбасные изделия, баллы	5,79	2,63
Потребление овощей, баллы	6,15	2,73
Потребление фруктов, баллы	4,55	3,58
Холестерин, баллы	7,24	3,38
% жира по калорийности, баллы	5,48	3,17
% насыщенных жирных кислот по калорийности, баллы	6,50	2,32
% добавленного сахара по калорийности, баллы	7,25	2,70
Потребление соли, г/1000 ккал, баллы	4,13	3,26

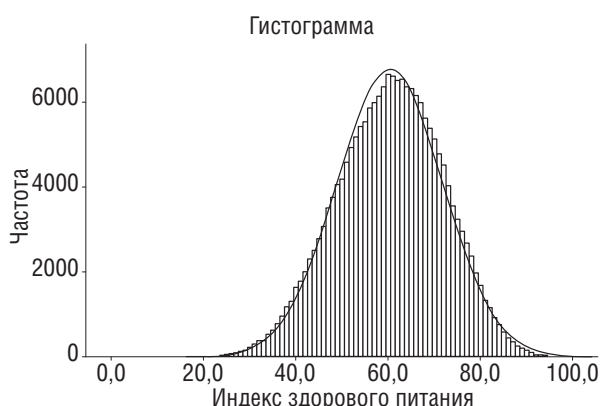


Рис. 1. Гистограмма индекса здорового питания для всего населения старше 3 лет

В окончательной конструкции ИЗП из группы мясных продуктов были исключены все виды промышленно переработанных мясных изделий: колбасы, сосиски, ветчинные изделия, тушенка и т.п. (далее в иллюстрациях и тексте – колбасные изделия).

Индикаторы-компоненты 6–10, названные группой индикаторов ограничения, оценивают рацион по уровню потребления критически значимых факторов риска алиментарно-зависимых заболеваний. Балльная система оценивает эти индикаторы в порядке убывания величин их потребления, т.е. рекомендуемое минимальное потребление оценивается в 10 баллов, а превышающее критически значимое максимальное значения оценивается в 0 баллов.

Индикатор 6 оценивает в баллах потребление в процентах общего потребления энергии общего жира, индикатор 7 – НЖК и индикатор 8 – добавленного сахара.

Таблица 5. Корреляция между компонентами и интегральной величиной индекса здорового питания

Индикатор-компонент	Козф-фициент Пирсона
Потребление зерновых, баллы	0,305
Потребление молочных продуктов, баллы	0,323
Потребление мясных продуктов, включая колбасы, баллы	-0,283
Потребление мясных продуктов, исключая колбасы, баллы	-0,135*
Потребление овощей, баллы	0,251
Потребление фруктов, баллы	0,496
Потребление холестерина, баллы	0,443
% жира по калорийности, баллы	0,581
% насыщенных жирных кислот по калорийности, баллы	0,500
% добавленного сахара по калорийности, баллы	0,127
Потребление соли, баллы	0,248

* – $p > 0,05$; все остальные парные корреляции статистически значимы при $p < 0,001$.

Компонент 9 оценивает в баллах потребление общего холестерина в абсолютных величинах, компонент 10 – добавленной поваренной соли в г/1000 ккал.

Для преобразования количественных данных по потреблению продуктов и макронутриентов была использована опция визуальной категоризации или биннинга в соответствии с заданными диапазонами 10-балльной шкалы, представленной в табл. 2.

В качестве примера формирования балльной оценки индикаторов ИЗП в табл. 3 представлена шкала оценки потребления зерновых продуктов (прямой счет) и общего жира в % калорийности рациона (обратный счет).

В результате преобразований были получены количественные балльные характеристики всех 10 индикаторов-компонентов ИЗП. Для балльной оценки факторов риска использованы хорошо известные критерии, характеризующие потребление общего жира, НЖК и добавленного сахара в % общего потребления энергии, абсолютные значения суточного потребления холестерина и потребление соли в г/1000 ккал (см. табл. 2). При этом следует помнить, что обратный счет баллов для индикаторов факторов риска означает, что максимальный балл присваивался низшему пороговому значению, а нулевой балл – высшему порогу принятого диапазона рекомендуемых величин индикаторов факторов риска.

Процесс окончательного конструирования ИЗП заключался в расчете суммы всех баллов, которые дают отдельные индикаторы-компоненты. Статистические параметры балльных оценок интегрального ИЗП и отдельных составляющих компонентов для взрослого населения представлены в табл. 4. Гистограмма величин интегрального ИЗП, представленная на рис. 1, свидетельствует о нормальном распределении. Это позволяет использовать интегральный индекс в статистическом анализе как количественную переменную с нормальным распределением.

Процесс внутренней валидации индекса здорового питания

В качестве оценки достоверности (процесс валидации) ИЗП были проанализированы корреляции между величинами интегрального показателя ИЗП и величинами составляющих его компонентов. Как следует из данных, представленных в табл. 5, установлена достоверная отрицательная корреляция между ИЗП и потреблением суммы мясных продуктов, включая колбасные изделия. Этот факт лишает смысла использование колбасных изделий как части суммарного потребления мясопродуктов, являющихся компонентом адекватности рациона питания. Потребление мясных продуктов изначально относилось к положительному индикатору ИЗП, а нахождение отрицательной корреляции компрометировало этот индикатор. В связи с этим был проведен расчет ИЗП, исключая колбасные изделия из суммарной величины потребления мясных продуктов. Результаты, представленные в табл. 5, показывают, что исключение колбасных изделий из расчета суммарного

Таблица 6. Влияние потребления колбасных изделий на величину индекса здорового питания и составляющие индикаторы

Индикаторы	Группа не потреблявших колбасные изделия (n=58 640)		Группа потреблявших колбасные изделия (n=37 385)	
	M	δ	M	δ
Индекс здорового питания	62,61	11,02	56,79	11,19
Потребление зерновых продуктов	7,64	2,36	7,41	2,22
Потребление молочных продуктов	5,83	3,89	5,32	3,78
Потребление мясных продуктов, включая колбасы	5,59	3,24	6,94	2,58
Потребление мясных продуктов, исключая колбасы	6,07	3,27	5,36	3,14
Потребление овощей	6,27	3,44	6,04	3,34
Потребление фруктов	4,73	4,36	4,37	4,25
% жира по калорийности	6,24	3,77	4,29	3,73
% насыщенных жирных кислот по калорийности	6,85	2,87	5,96	2,76
% добавленного сахара по калорийности	7,08	3,37	7,52	3,06
Потребление холестерина	7,57	3,98	6,72	4,36
Потребление соли, г/1000 ккал	4,34	4,15	3,79	3,88

потребления мясных продуктов приводило к снижению коэффициента отрицательной корреляции и делало ее недостоверной. Корреляция Пирсона между ИЗП и всеми остальными индикаторами была положительной и статистически значимой ($p < 0,01$), что позволяет считать это доказательством достоверности и объективности конструкции ИЗП, за исключением состава группы мясных продуктов.

Для решения об исключении колбасных изделий из балльной оценки потребления мясных продуктов был проведен анализ величины ИЗП у респондентов, потреблявших и не потреблявших колбасные изделия в день обследования. Как следует из данных, представленных в табл. 6, ИЗП в группе потреблявших колбасы значительно ниже, чем в группе не потреблявших колбасные изделия. Таким образом, колбасные изделия не могут служить индикатором адекватности потребления в составе группы мясных продуктов. Снижение величины ИЗП при потреблении колбасных изделий компрометирует принцип конструирования индекса в части индикаторов адекватности потребления пищевых продуктов,

в частности группы мясных продуктов, балльная оценка величины потребления которых должна увеличиваться или, по крайней мере, не изменяться при увеличении потребления этой группы продуктов. В связи с этим в окончательной конструкции ИЗП индикатор балльной оценки потребления группы мясных продуктов был рассчитан без включения колбасных изделий. Однако следует отметить, что нутриентный состав индекса (жиры, соль, холестерин) рассчитан с учетом всех продуктов, в том числе и колбасных изделий.

Индекс здорового питания в зависимости от пола и возраста

Статистические параметры ИЗП и его компонентов у взрослых мужчин и женщин представлены в табл. 7. Средние величины ИЗП значительно выше у женщин по сравнению с мужчинами. Величины баллов-индикаторов потребления молочных продуктов, фруктов, общего жира, соли и холестерина значительно выше у женщин, а баллы за счет мясopодуков и добавленного сахара, напротив, выше у мужчин. С учетом направления счета

Таблица 7. Индекс здорового питания (ИЗП) и оценка его компонентов (в баллах) у взрослых в зависимости от пола

ИЗП и его компоненты	Мужчины (n=35 381)		Женщины (n=50 280)		Оба пола (n=85 661)	
	M	δ	M	δ	M	δ
ИЗП	57,34	9,23	61,78*	9,09	59,95	9,41
Потребление зерновых	7,66	1,85	7,07*	2,07	7,31	2,00
Потребление молочных продуктов	4,69	3,12	5,98*	3,15	5,44	3,20
Потребление мясных продуктов, исключая колбасы	7,0	2,5	6,1*	2,7	6,5	2,7
Потребление овощей	6,3	2,6	6,5	2,7	6,4	2,7
Потребление фруктов	3,26	3,20	4,91*	3,54	4,23	3,50
Потребление холестерина	5,95	3,67	7,82*	3,01	7,05	3,42
% жира по калорийности	4,95	3,13	5,48*	3,12	5,26	3,13
% насыщенных жирных кислот по калорийности	6,38	2,33	6,51*	2,32	6,46	2,32
% добавленного сахара по калорийности	7,76	2,47	7,14*	2,76	7,39	2,66
Потребление соли	3,39	3,08	4,27*	3,19	3,91	3,17

Примечание. * – статистически значимое отличие ($p < 0,05$) от показателя у мужчин; жирным шрифтом выделены большие средние величины.

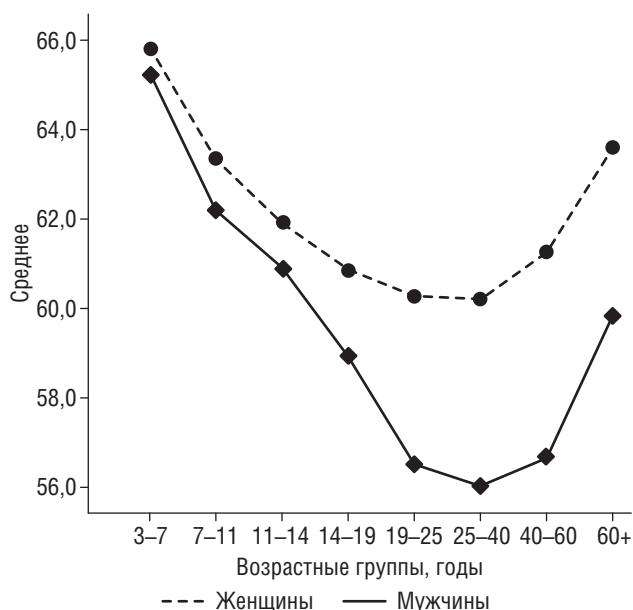


Рис. 2. Индекс здорового питания базовый в зависимости от возраста и пола, все население старше 3 лет

баллов-индикаторов адекватности (прямой счет) и индикаторов ограничения (обратный счет) эти различия означают, что женщины на единицу энергии потребляют больше молочных продуктов, фруктов, меньше общего жира и меньше холестерина. Мужчины потребляют в таком же расчете больше мясных продуктов и меньше добавленного сахара.

Был проведен анализ ИЗП в возрастных группах населения старше 3 лет. Поскольку ИЗП сконструирован из параметров, оценивающих потребление продуктов и макронутриентов в относительных величинах к потреблению энергии, применение единой конструкции ИЗП для всех возрастных групп населения является обоснованным и используется в других странах [19, 20].

Выявленные существенные различия ИЗП в возрастных группах старше 3 лет представлены на рис. 2. Максимальные величины ИЗП выявлены у детей 3–11 лет и лиц старше 60 лет. ИЗП снижается с возрастом детей и у взрослых, достигая минимальных значений в возрастной группе 25–40 лет, затем постепенно повышается и в возрастной группе старше 60 лет достигает максимальных величин для взрослых.

Возрастные изменения ИЗП носят однонаправленный характер у мужчин и женщин. Однако величины ИЗП, начиная с возрастной группы 7–11 лет, существенно выше у женщин по сравнению с мужчинами. Особенно значительны гендерные различия ИЗП у взрослых старше 19 лет.

Индикаторы-компоненты ИЗП изменяются с возрастом неоднозначно. С возрастом увеличиваются баллы овощей, зерновых и молочных продуктов. С другой стороны, увеличиваются баллы общих жиров и НЖК (необходимо напомнить, что это свидетельствует о снижении в рационе пищевых веществ). Выявленные изменения

ИЗП в зависимости от пола и возраста дают основания отметить этот факт как свидетельство адекватности ИЗП в оценке изменений качества питания в половозрастных группах.

Анализ индекса здорового питания при избыточной массе тела и ожирении

При анализе мировой литературы было отмечено, что не всегда удавалось выявить определенную взаимосвязь различия величин ИЗП и индекса массы тела (ИМТ) как индикатора распространенности избыточной массы тела и ожирения. Данные литературы носят противоречивый характер.

Используя классификацию ИМТ, согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, нами проанализированы величины ИЗП в группах взрослого населения, разделенных по категориям ИМТ. Результаты представлены в табл. 8. Средние величины ИЗП у мужчин не зависят от категории ИМТ. Однако у женщин прослеживается прямая зависимость ИЗП от категории ИМТ: у женщин с ожирением ИЗП выше, чем в норме или при недостатке питания. Хотя изменения ИЗП при ожирении в абсолютном измерении характеризуются небольшими величинами, но в силу большого размера выборки статистически значимы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что развитие ожирения и избыточной массы тела не связано с низким качеством питания, а существуют более сложные причины развития этих состояний, и требуется анализ сопутствующих факторов.

Обсуждение

В задачи исследования входило обоснование компонентного состава (по нутриентам, пищевым продуктам или группам продуктов) и оценка пригодности, объективности и чувствительности (процесс валидации) интегральной конструкции и отдельных компонентов индикаторов ИЗП.

Разработка ИЗП была основана на использовании банка данных по фактическому потреблению пищи, сформированного на основе кросс-секционного (поперечного) обследования питания членов 45 тыс. домохозяйств, проведенного Росстатом во всех субъектах РФ в 2013 г.

Конструирование ИЗП было основано на современных представлениях о параметрах рациона здорового питания, касающихся структуры продуктового набора рациона и потребления наиболее важных групп пищевых продуктов [18], а также уровня потребления критически значимых пищевых веществ, являющихся факторами риска хронических неинфекционных заболеваний [21, 22]. ИЗП включил не только положительные рекомендуемые (и поощряемые) характеристики рациона питания, но и оценку неблагоприятных алиментарных факторов риска хронических неинфекционных заболеваний.

Таблица 8. Индекс здорового питания (ИЗП) и его компоненты у взрослых при избыточной массе тела и ожирении

Индикаторы	Пол	Индекс массы тела, кг/м ²							
		<18,5		18,5-24,9		25,0-29,9		≥30,0	
		<i>M</i>	<i>δ</i>	<i>M</i>	<i>δ</i>	<i>M</i>	<i>δ</i>	<i>M</i>	<i>δ</i>
ИЗП интегральный	Муж.	57,35	8,96	57,11	9,24	57,42	9,24	57,79	9,19
	Жен.	60,23	9,16	61,45	9,19	61,98	8,92	62,24	9,12
	Всего	59,50	9,19	59,62	9,46	59,82	9,36	60,88	9,36
Потребление зерновых, баллы	Муж.	7,50	1,87	7,69	1,87	7,64	1,82	7,62	1,83
	Жен.	6,62	2,26	6,91	2,13	7,18	2,01	7,24	1,99
	Всего	6,85	2,20	7,24	2,06	7,40	1,94	7,36	1,95
Потребление молочных продуктов, баллы	Муж.	4,69	3,17	4,51	3,14	4,82	3,10	4,81	3,09
	Жен.	5,70	3,24	5,96	3,16	6,05	3,13	5,94	3,15
	Всего	5,44	3,25	5,35	3,23	5,47	3,18	5,60	3,17
Потребление мясных продуктов, баллы	Муж.	6,48	2,77	6,92	2,59	7,11	2,47	7,16	2,43
	Жен.	6,07	2,76	6,11	2,70	6,04	2,72	6,13	2,73
	Всего	6,18	2,77	6,45	2,69	6,55	2,66	6,44	2,68
Потребление овощей, баллы	Муж.	5,95	2,70	6,07	2,64	6,36	2,57	6,48	2,55
	Жен.	6,24	2,69	6,37	2,73	6,49	2,66	6,58	2,64
	Всего	6,16	2,70	6,25	2,70	6,43	2,61	6,55	2,62
Потребление фруктов, баллы	Муж.	2,93	3,18	3,10	3,18	3,34	3,19	3,51	3,25
	Жен.	4,80	3,61	4,91	3,57	4,92	3,51	4,93	3,53
	Всего	4,32	3,60	4,15	3,52	4,17	3,45	4,50	3,51
Потребление холестерина, баллы	Муж.	6,52	3,65	6,08	3,67	5,83	3,68	5,91	3,63
	Жен.	7,90	3,01	7,83	3,02	7,80	3,01	7,81	2,99
	Всего	7,55	3,24	7,09	3,42	6,87	3,49	7,23	3,32
% жира по калорийности, баллы	Муж.	5,35	3,18	5,08	3,17	4,86	3,10	4,82	3,07
	Жен.	5,15	3,20	5,39	3,15	5,56	3,08	5,55	3,10
	Всего	5,20	3,19	5,26	3,17	5,23	3,11	5,33	3,11
% насыщенных жирных кислот по калорийности, баллы	Муж.	6,67	2,32	6,48	2,35	6,31	2,31	6,28	2,32
	Жен.	6,35	2,36	6,44	2,36	6,54	2,29	6,61	2,29
	Всего	6,43	2,36	6,46	2,35	6,43	2,30	6,51	2,30
% добавленного сахара по калорийности, баллы	Муж.	7,36	2,81	7,64	2,53	7,82	2,43	7,93	2,39
	Жен.	6,74	2,95	7,04	2,81	7,12	2,73	7,38	2,68
	Всего	6,90	2,93	7,29	2,71	7,45	2,62	7,55	2,60
Потребление соли, баллы	Муж.	3,84	3,18	3,52	3,14	3,31	3,04	3,21	2,99
	Жен.	4,56	3,33	4,43	3,22	4,26	3,17	4,00	3,12
	Всего	4,38	3,31	4,05	3,22	3,81	3,15	3,76	3,11
Число обследованных в группах, <i>n</i>	Муж.	507		14 608		15 058		5150	
	Жен.	1492		20 001		16 791		11 725	
	Всего	1999		34 609		31 849		16 875	

При разработке конструкции ИЗП был использован опыт американских нутрициологов, разработавших несколько версий HEI [6, 7]. Однако в конструкции HEI потребление групп пищевых продуктов оценивается в виде частоты потребления стандартных рекомендуемых порций пищевых продуктов, тогда как мы использовали массу пищевых продуктов, полученную при декомпозиции сложных рецептурных блюд на составляющие компоненты с последующей агрегацией в группы продуктов. Таким образом, потребление пищевых продуктов оценивали в г/1000 ккал суточного рациона питания, а балльную оценку этих величин соотносили с рекомендуемыми величинами потребления [18]. Анализ распределения величин потребления индикаторов-компонентов позволил выбрать диапазоны шкал балльной оценки, охватываю-

щих реальные величины потребления компонентов ИЗП и позволяющих применить реалистичные минимальные и максимальные ограничительные стандарты, которые охватывают все категории населения с 3-летнего возраста.

В результате преобразований количественных переменных потребления макронутриентов (факторов риска) и пищевых продуктов были получены количественные балльные характеристики всех 10 индикаторов-компонентов ИЗП.

Оценка достоверности и пригодности ИЗП (валидация) показала, что между интегральным ИЗП и всеми его компонентами-индикаторами прослеживается статистически значимая положительная корреляция. Это позволяет считать доказательством достоверности и объ-

ективности элементов конструирования ИЗП. Вместе с тем была выявлена отрицательная корреляция между величиной ИЗП и баллами мясных продуктов, включая колбасные изделия, что явилось основанием для исключения колбасных изделий из суммы мясных продуктов, так как это дискредитировало оценку адекватности потребления мясных продуктов.

В структуре ИЗП предполагается, что отдельные компоненты-индикаторы рациона не рассматриваются изолированно в качестве общей оценки качества рациона питания. Однако анализ изменений отдельных компонентов при изменении интегрального ИЗП позволяет получить полезную дополнительную информацию о характере изменений рациона питания. ИЗП включает и ассимилирует конкретные параметры пищевого поведения для общей оценки качества рациона питания.

Исследование влияния пола и возраста на изменение ИЗП показало его чувствительность к изменению этих переменных. ИЗП существенно выше у лиц женского пола в возрастных группах старше 11 лет. Показателем высокой чувствительности ИЗП к изменениям характера питания служит выраженная зависимость от возраста. При этом максимальные величины ИЗП отмечены в детском возрасте, минимальные – у взрослых 19–60 лет, с последующим повышением в возрастной группе старше 60 лет. Поскольку все компоненты-индикаторы ИЗП представляют относительные величины потребления продуктов и макронутриентов по отношению

к энергетической ценности рациона (на 1000 ккал или в % общей калорийности), использование единой конструкции ИЗП для всех возрастов обосновано.

Исследование ИЗП при ожирении выявило увеличение только у женщин и отсутствие изменений у мужчин. Отсутствие изменений ИЗП при ожирении были отмечены и другими авторами [23, 24], хотя в большинстве случаев при метаанализе было установлено снижение ИЗП при ожирении [25].

Заключение

Необходимы дальнейшие исследования чувствительности ИЗП в части оценки характера питания в зависимости от социально-экономических и других переменных, в том числе от широкого круга модификаций пищевого рациона.

Необходимо отметить, что представленный состав (конструкция) ИЗП в процессе исследований может изменяться и трансформироваться как по числу индикаторов, так и по количественным оценкам балльной системы различных индикаторов, в связи с этим в наших дальнейших исследованиях данный ИЗП будет именоваться как базовый.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Сведения об авторах

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия):

Мартинчик Арсений Николаевич (Martinchik Arseniy N.) – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний

E-mail: amartin@ion.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5200-7907>

Батурин Александр Константинович (Baturin Aleksandr K.) – доктор медицинских наук, профессор, руководитель направления «Оптимальное питание»

E-mail: baturin@ion.ru

Кешабянц Эвелина Эдуардовна (Keshabyants Evelina E.) – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний

E-mail: evk1410@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9762-2647>

Михайлов Николай Александрович (Mikhaylov Nikolay A.) – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний

E-mail: mnik@ion.ru

Камбаров Алексей Олегович (Kambarov Aleksey O.) – доктор экономических наук, заведующий лабораторией эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний

E-mail: kambarov.ao@yandex.ru

Литература

1. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. World Health Organ Tech Rep Ser No 916, 2003. Geneva: WHO, 2003.
2. World Cancer Research Fund /American Institute for Cancer Research. Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer: a global perspective. Washington DC : AICR, 2007.
3. Hruby A., Manson J.E., Qi L. et al. Determinants and consequences of obesity // Am. J. Public Health. 2016. Vol. 106, N 9. P. 1656–1662. doi: 10.2105/AJPH.2016.303326
4. Kant A.K. Dietary patterns and health outcomes // J. Am. Diet Assoc. 2004. Vol. 104, N 4. P. 615–635. doi:10.1016/j.jada.2004.01.010

5. Wirt A., Collins C.E. Diet quality – what is it and does it matter? // *Public Health Nutr.* 2009. Vol. 12, N 12. P. 2473–2492. doi: 10.1017/S136898000900531X
6. Patterson R.E., Haines P.S., Popkin B.M. Diet quality index: capturing a multidimensional behavior // *J. Am. Diet. Assoc.* 1994. Vol. 94, N 1. P. 57–64. doi:10.1016/0002-8223(94)92042-7
7. Kennedy E.T., Ohls J., Carlson S. et al. The Healthy Eating Index: design and applications // *J. Am. Diet. Assoc.* 1995. Vol. 95, N 10. P. 1103–1108. doi: 10.1016/S0002-8223(95)00300-2
8. Kant A.K., Schatzkin A., Graubard B.I., Schairer C. A prospective study of diet quality and mortality in women // *JAMA.* 2000. Vol. 283, N 16. P. 2109–2115. doi:10.1001/jama.283.16.2109
9. McNaughton S.A., Ball K., Crawford D., Mishra G.D. An index of diet and eating patterns is a valid measure of dietquality in an Australian population // *J. Nutr.* 2008. Vol. 138, N 1. P. 86–93. doi:10.1093/jn/138.1.86
10. Zarrin R., Ibiebele T.I., Marks G.C. Development and validity assessment of a diet quality index for Australians // *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2013. Vol. 22, N 2. P. 177–187. doi: 10.6133/apjcn.2013.22.2.15
11. Drake I., Gullberg B., Sonestedt E., Wallstrom P., Persson M., Hlebowicz J. et al. Scoring models of a diet quality index and the predictive capability of mortality in a population-based cohort of Swedish men and women // *Public Health Nutr.* 2013. Vol. 16, N 3. P. 468–478. doi: 10.1017/S1368980012002789
12. Выборочное наблюдение рациона питания населения (2013 г.). www.gks.ru
13. Рацион питания населения. 2013: Статистический сборник. М.: Росстат-М: ИИЦ «Статистика России», 2016, 220 с.
14. Мартинчик А.Н., Петухов А.Б., Янушевич О.О. Общая нутрициология. М.: МЕДпресс-информ, 2005, 392 с.
15. Никитюк Д.Б., Мартинчик А.Н., Батурич А.К. и др. Способ оценки индивидуального потребления пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания. Методические рекомендации. ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», 2016 <http://web.ion.ru/files/>. Раздел Методические документы.
16. Мартинчик А.Н., Батурич А.К., Баева В.С. и др. Альбом порций продуктов и блюд. М.: Институт питания РАМН, 1995. 64 с.
17. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. М.: ДеЛипринт, 2002. 236 с.
18. Рекомендуемые Рациональные нормы потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания. Утв. приказом Минздравом России от 19.08.2016 № 614.
19. Feskanich D., Rockett H.R., Colditz G.A. Modifying the Healthy Eating Index to assess diet quality in children and adolescents // *J. Am. Diet. Assoc.* 2004. Vol. 104, N 9. P. 1375–1383. doi:10.1016/j.jada.2004.06.020
20. Guenther P.M., Reedy J., Krebs-Smith S.M., Reeve B.B. Evaluation of the Healthy Eating Index-2005. // *J Am Diet Assoc.* 2008. Vol. 108, N 11. P. 1854–1864. doi: 10.1016/j.jada.2008.08.011
21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. МР 2.3.1.2432-08.
22. Цветовая индикация на маркировке пищевой продукции в целях информирования потребителей. МР 2.3.0122-18.
23. Tardivo A.P., Nahas-Neto J., Nahas E.A. et al. Associations between healthy eating patterns and indicators of metabolic risk in postmenopausal women // *Nutr. J.* 2010. Vol. 9. P. 64. doi: 10.1186/1475-2891-9-64
24. Drewnowski A., Fiddler E.C., Dauchet L. et al. Diet quality measures and cardiovascular risk factors in France: applying the Healthy Eating Index to the SU.VI.MAX study. // *J. Am. Coll. Nutr.* 2009. Vol. 28, N 1. P. 22–29. doi:10.1080/07315724.2009.10719757
25. Asghari G., Mirmiran P., Yuzbashian E., Azizi F. A systematic review of diet quality indices in relation to obesity // *Br. J. Nutr.* 2017. Vol. 117, N 8. P. 1055–1065. doi: 10.1017/S0007114517000915

References

1. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. World Health Organ Tech Rep Ser No 916, 2003. Geneva: WHO; 2003.
2. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR; 2007.
3. Hruby A., Manson J.E., Qi L., et al. Determinants and consequences of obesity. *Am J Public Health.* 2016; 106 (9): 1656–62. doi: 10.2105/AJPH.2016.303326
4. Kant A.K. Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc.* 2004; 104 (4): 615–35. doi:10.1016/j.jada.2004.01.010
5. Wirt A., Collins C.E. Diet quality – what is it and does it matter? *Public Health Nutr.* 2009. 12 (12): 2473–92. doi: 10.1017/S136898000900531X
6. Patterson R.E., Haines P.S., Popkin B.M. Diet quality index: capturing a multidimensional behavior. *J Am Diet Assoc.* 1994; 94 (1): 57–64. doi:10.1016/0002-8223(94)92042-7
7. Kennedy E.T., Ohls J., Carlson S., et al. The Healthy Eating Index: design and applications. *J Am Diet Assoc.* 1991; 95 (10): 1103–8. doi: 10.1016/S0002-8223(95)00300-2
8. Kant A.K., Schatzkin A., Graubard B.I., Schairer C. A prospective study of diet quality and mortality in women. *JAMA.* 2000; 283 (16): 2109–15. doi:10.1001/jama.283.16.2109
9. McNaughton S.A., Ball K., Crawford D., Mishra G.D. An index of diet and eating patterns is a valid measure of dietquality in an Australian population. *J Nutr.* 2008; 138 (1): 86–93. doi: 10.1093/jn/138.1.86
10. Zarrin R., Ibiebele T.I., Marks G.C. Development and validity assessment of a diet quality index for Australians. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2013; 22 (2): 177–87. doi: 10.6133/apjcn.2013.22.2.15
11. Drake I., Gullberg B., Sonestedt E., Wallstrom P., et al. Scoring models of a diet quality index and the predictive capability of mortality in a population-based cohort of Swedish men and women. *Public Health Nutr.* 2013; 16 (3): 468–78. doi: 10.1017/S1368980012002789
12. Selective observation of the dietary intake of the population (2013). www.gks.ru (in Russian)
13. Dietary intake of the population. 2013: Statistical compilation. Moscow: Rosstat-M, 2016: 220 p. (in Russian)
14. Martinchik A.N., Petukhov A.B., Yanushevich O.O. Basic nutriology. Moscow: MEDpress-inform. 2005: 392 p. (in Russian)
15. Nikityuk D.B., Martinchik A.N., Baturin A.K., et al. The method of assessing individual food consumption by the method of 24-hour recall. Guidelines. <http://web.ion.ru/files/> (in Russian)
16. Martinchik A.N., Baturin A.K., Baeva V.S., et al. Album portions of products and dishes. Moscow: Institute of Nutrition, Russian Academy of Medical Sciences, 1995: 64 p. (in Russian)
17. The chemical composition of Russian food: Handbook. Edited by I.M. Surikhin and V.A. Tutelyan. Moscow: DeLiprint; 2002: 236 p. (in Russian)
18. Recommended Rational norms of consumption of food products that meet modern requirements for healthy nutrition. Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation August 19, 2016 No. 614. (in Russian)
19. Feskanich D., Rockett H.R., Colditz G.A. Modifying the children's life and adolescents. *Jam Diet Assoc.* 2004; 104 (9): 1375–83. doi:10.1016/j.jada.2004.06.020
20. Guenther P.M., Reedy J., Krebs-Smith S.M., Reeve B.B. Evaluation of the Healthy Eating Index-2005. *J Am Diet Assoc.* 2008; 108 (11): 1854–64. doi: 10.1016/j.jada.2008.08.011

21. Norms of physiological requirements of energy and nutrient for various groups of the population of the Russian Federation. MR 2.3.1.2432-08. (in Russian)
22. Color indication on the labeling of food products to inform consumers. MR 2.3.0122-18. (in Russian)
23. Tardivo A.P., Nahas-Neto J., Nahas E.A., et al. Associations between healthy eating patterns and indicators of metabolic risk in postmenopausal women. *Nutr J.* 2010; 9: 64. doi: 10.1186/1475-2891-9-64
24. Drewnowski A., Fiddler E.C., Dauchet L., et al. Diet quality measures and cardiovascular risk factors in France: applying the Healthy Eating Index to the SU.VI.MAX study. *J Am Coll Nutr.* 2009; 28: 22–9. doi:10.1080/07315724.2009.10719757
25. Asghari G., Mirmiran P., Yuzbashian E., Azizi F. A systematic review of diet quality indices in relation to obesity. *Br J Nutr.* 2017; 117 (8): 1055–65. doi: 10.1017/S0007114517000915

Для корреспонденции

Китаева Эндже Альбертовна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России
 Адрес: 420012, Россия, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49
 Телефон: (843) 612-21-63
 E-mail: kitaevaenge@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2147-9025>

Шулаев А.В.¹, Улумбекова Г.Э.^{2, 3}, Китаева Э.А.^{1, 4}, Китаев М.Р.⁴

Оценка приверженности населения здоровому питанию и физической культуре (по результатам анкетирования)

Evaluation of population's commitment to healthy nutrition and physical culture (by results of the questionnaire)

Shulaev A.V.¹, Ulumbekova G.E.^{2, 3}, Kitaeva E.A.^{1, 4}, Kitaev M.R.⁴

- ¹ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия
- ² Высшая школа организации и управления здравоохранением – Комплексный медицинский консалтинг (ВШОУЗ–КМК), Москва, Россия
- ³ ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия
- ⁴ ГАУЗ «Рыбно-Слободская центральная районная больница», Рыбно-Слободский район, п.г.т. Рыбная Слобода, Россия
- ¹ Kazan State Medical University, Kazan, Russia
- ² Higher School of Healthcare Organization and Management – Comprehensive Medical Consulting (VSHOUZ–KMK), Moscow, Russia
- ³ Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia
- ⁴ Rybno-Sloboda Central District Hospital, Rybno-Slobodsky district, urban settlement Rybnaya Sloboda, Russia

Одной из главных задач в реализации основ государственной политики в области здорового образа жизни населения является формирование оптимального алиментарного статуса и сохранения здоровья населения. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы комплексной самооценки здоровья населения.

Цель исследования – выявить степень приверженности населения здоровому образу жизни, включая соблюдение рационального питания и наличие физической активности, а также связь между образом жизни респондентов и наличием у них неинфекционных заболеваний.

Для цитирования: Шулаев А.В., Улумбекова Г.Э., Китаева Э.А., Китаев М.Р. Оценка приверженности населения здоровому питанию и физической культуре (по результатам анкетирования) // *Вопросы питания*. 2019. Т. 88, № 6. С. 45–51. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10063
Статья поступила в редакцию 17.06.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Shulaev A.V., Ulumbekova G.E., Kitaeva E.A., Kitaev M.R. Evaluation of population's commitment to healthy nutrition and physical culture (by results of the questionnaire). *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): 45–51. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10063 (in Russian)
Received 17.06.2019. **Accepted** 19.11.2019.

Материал и методы. Проведено анкетирование методом случайной выборки взрослого населения Рыбно-Слободского района Республики Татарстан. Всего в опросе приняли участие 2346 респондентов в возрасте от 21 до 74 лет, из них женщин – 71,7%, лиц с высшим образованием – 33,2%. Для данного исследования была разработана анкета по выявлению отношения населения здоровому образу жизни, в которую были включены вопросы, касающиеся физической активности респондентов, их приверженности здоровому рациону и режиму питания, существование вредных привычек (употребление алкоголя, курение), а также наличие неинфекционных заболеваний. В рамках данной статьи проанализированы два фактора: приверженность населения рациональному питанию и физической активности, а также связь этих факторов с наличием неинфекционных заболеваний у опрошенных.

Результаты и обсуждение. Анализ данных показал, что всегда придерживаются здорового рациона и правильного режима питания 18,8% женщин и 14,1% мужчин. Женщины более привержены здоровому питанию, нежели мужчины ($p < 0,001$). Регулярно (2–3 раза в неделю) занимаются физической культурой и спортом 21,4% женщин и 18,1% мужчин, всего 20,6% опрошенных ($p < 0,001$). Процент лиц, приверженных здоровому питанию, был практически равным как в группе имеющих, так и не имеющих сердечно-сосудистые заболевания (соответственно 19,5 и 17,4%). Среди лиц, которые регулярно (2–3 раза в неделю) занимаются физической культурой и спортом, у 27,5% респондентов отмечаются сердечно-сосудистые заболевания, в то время как среди респондентов, которые не занимаются физической культурой и спортом, у 64,2% лиц отмечаются сердечно-сосудистые заболевания ($p < 0,001$). Среди лиц, которые придерживались рационального питания, заболевания желудочно-кишечного тракта отмечались у 14,1% респондентов, тогда как среди респондентов, которые не придерживались рационального питания, заболевания желудочно-кишечного тракта отмечались у 83,7% ($p < 0,001$).

Заключение. Среди опрошенных, приверженных здоровому рациону и режиму питания и физической активности, реже распространены (по данным самих опрошенных) неинфекционные заболевания и стресс. Результаты самооценки (анкетирования) здоровья населения могут быть использованы при разработке адресной программы лечебно-профилактических мероприятий по формированию приверженности населения Рыбно-Слободского района Республики Татарстан здоровому образу жизни.

Ключевые слова: население, анкетирование, охрана здоровья, здоровое питание, профилактика

One of the main tasks in implementing the foundations of state policy in the field of a healthy lifestyle of the population is the formation of optimal nutritional status and the preservation of public health. In this regard, issues of a comprehensive self-assessment of health by the population are becoming particularly relevant.

The aim of the research was to identify the degree of commitment of the population to a healthy lifestyle, including maintaining a balanced diet and the presence of physical activity, as well as the relationship between the respondents' lifestyle and the presence of non-communicable diseases.

Material and methods. A random survey of the adult population of the Rybno-Slobodsky district of the Republic of Tatarstan has been conducted. In total, 2346 respondents aged 21 to 74 (women – 71.7%, people with higher education – 33.2%) took part in the survey. For this study, a questionnaire was developed to identify the attitude of the population to a healthy lifestyle (HLS), which included questions regarding the physical activity of respondents, their commitment to healthy eating and diet, the existence of pernicious habits (drinking, smoking), and the presence of noncommunicable diseases. In the framework of this article, two factors were analyzed: the population's commitment to a balanced diet and physical activity, as well as the relationship of these factors with the presence of non-communicable diseases among respondents.

Results and discussion. Data analysis showed that 18.8% of women and 14.1% of men always adhere to healthy eating and proper diet. Women are more committed to healthy eating than men ($p < 0.001$). Regularly (2–3 times a week), 21.4% of women and 18.1% of men are engaged in exercise (a sport or physical activity), that is only 20.6% of respondents ($p < 0.001$). The percentage of people committed to healthy nutrition was almost equal, both in the group of those with and without cardiovascular diseases (CVD) (19.5 and 17.4%, respectively). Among people who regularly engage in physical activity and sports (2–3 times a week), 27.5% of respondents have CVD, while among those who do not engage in exercise, 64.2% of individuals have CVD ($p < 0.001$). Among those who adhered to a balanced diet, gastrointestinal diseases were observed in 14.1% of the respondents, while among the respondents who did not adhere to healthy eating, gastrointestinal diseases were observed in 83.7% ($p < 0.001$).

Conclusion Among respondents who adhere to healthy eating and diet and physical activity, non-communicable diseases and stress are less common (according to the respondents' answers). The results of a self-assessment (questionnaire) of public health can be used to develop targeted program of treatment and preventive measures to build community commitment in the Rybno-Slobodsky district of the Republic of Tatarstan to healthy lifestyle.

Keywords: population, questionnaire, health protection, healthy nutrition, prevention

«Здоровье населения на 37% определяется социально-экономическими факторами (доходами населения), на 33% – образом жизни (потребление алкоголя и табакокурение) и на 30% – деятельностью здравоохранения (финансированием и эффективным управлением)» [1]. Однако проблема здорового образа жизни (ЗОЖ), раннего выявления и предотвращения развития заболеваний остается актуальной для России [1, 2].

На сегодняшний день, по данным Росстата, в структуре смертей в Российской Федерации 70% составляют неинфекционные заболевания (46% болезни системы кровообращения, 16% новообразования, 7% внешние причины). Следует отметить, что особый вклад имеют факторы риска поведенческого характера (курение, чрезмерное употребление алкоголя, нерациональное питание, гиподинамия) [3–6], а на VII Международном конгрессе «Оргздрав-2019. Эффективное управление

в здравоохранении» В.А. Тутельян дал следующее определение: «Здоровое питание – это ежедневный рацион, полностью обеспечивающий физиологические потребности человека в энергии, пищевых и биологически активных веществах, состоящий из пищевой продукции, отвечающей требованиям безопасности и характеризующейся оптимальными показателями качества, создающий условия для нормального роста, физического и интеллектуального развития и жизнедеятельности, способствующий сохранению здоровья человека, в том числе репродуктивного, и профилактики заболеваний». В.А. Тутельян в своих исследованиях отмечает, что среди различных факторов окружающей среды на питание приходится 50% влияния на здоровье, т.е. столько, сколько занимают коммунальные, производственные, экологические и другие факторы, взятые вместе. Если у человека отмечается избыточная масса тела, то риск возникновения артериальной гипертензии увеличивается на 50%, а риск развития цереброваскулярной болезни и ишемической болезни сердца достигает 15,2–30,5% [7]. Следует отметить, что, несмотря на значительное улучшение качества и доступности ряда пищевых продуктов (мясопродуктов, богатых животным жиром, яиц; в меньшей мере овощей, фруктов, рыбы, молока и молочных продуктов), в настоящее время по сравнению с годами социально-экономического кризиса (последнее десятилетие прошлого века) питание россиян все еще далеко от оптимального [8]. Всемирная организация здравоохранения представила рекомендации по здоровому питанию европейского населения (Nutrition and diet for healthy lifestyle in Europe). Важно отметить, что населению рекомендуется стремиться к средним значениям индекса массы тела. Рацион должен учитывать физическую активность и обеспечивать расход энергии в 1,75 раза больше уровня основного обмена [9–11]. В основе формирования ЗОЖ лежит физическая активность [12–14]. К сожалению, не все граждане имеют возможность систематически заниматься физической культурой и спортом. Так, в настоящее время 70% граждан, в том числе детей, подростков и молодежи, не занимаются систематически физической культурой и спортом. Для более чем 60% учащихся школ России характерны достаточно низкий уровень физического развития и физической подготовленности, а также физкультурная безграмотность и отсутствие потребности в занятиях физической культурой (табл. 1). Уровень физической активности российских школьников по сравнению с их сверстниками из других стран низок.

В настоящее время физической культурой и спортом в стране занимаются 30% населения, тогда как в экономически развитых странах мира этот показатель достигает 40–60% [16]. Причинами такого отношения россиян к физической культуре являются существенные недостатки, присущие не только прежним системам образования и культуры страны, но и функционирующим сегодня. До сих пор большинство россиян (до 75% жен-

щин, около 60% мужчин) не считают занятия физической культурой и спортом важной составляющей своей жизни [17].

В связи с высокой значимостью вопроса формирования приверженности здоровому образу жизни особую актуальность приобретают вопросы комплексной самооценки здоровья населением.

Цель исследования – выявить степень приверженности населения здоровому образу жизни, а также связь между образом жизни респондентов и наличием у них неинфекционных заболеваний.

Материал и методы

Проведено анкетирование взрослого населения Рыбно-Слободского района Республики Татарстан. В опросе приняли участие 2346 респондентов в возрасте от 21 года до 74 лет. Среди опрошенных респондентов 1681 (71,7%) женщина и 665 (28,3%) мужчин (табл. 2).

Критерии включения в опрос: 1) население Рыбно-Слободского района Республики Татарстан в возрасте от 18 лет; 2) согласие респондентов на участие в опросе.

Для данного исследования авторами была разработана анкета, главной целью было выявление отношения населения Рыбно-Слободского района Республики Татарстан к ЗОЖ, а также оценки влияния приверженности ЗОЖ и наличия неинфекционных заболеваний. В анкету были включены вопросы, касающиеся общего понятия ЗОЖ, занятия спортом, приверженности здоровому рациону и режиму питания, чрезмерного употребления алкоголя, курения, а также наличия неинфекционных заболеваний.

Анкета содержала следующие вопросы:

- Здоровый образ жизни – как вы это понимаете?
- Придерживаетесь ли вы здорового рациона и режима питания?
- Если вы считаете необходимым придерживаться принципов ЗОЖ, что этому мешает?
- Как часто вы посещаете врача?

Таблица 1. Фактический уровень физической активности школьников, % [15]

Страна	Не занимаются физической культурой и спортом	Занимаются физической культурой и спортом в неделю	
		1–2 ч	3–4 ч
Австрия	10	39	51
Германия	14	38	48
Дания	15	46	39
Финляндия	17	47	36
Венгрия	19	45	36
Канада	22	41	37
Норвегия	19	49	32
Бельгия	26	37	31
Испания	40	44	16
Россия	47	39	14
Латвия	46	43	11

Таблица 2. Характеристика выборки по полу и образованию, абс. (%)

Обследованные	С высшим образованием	Без высшего образования
Женщины	590 (35,0)	1091 (65,0)
Мужчины	188 (28,2)	467 (71,8)
Всего	778 (33,2)	1568 (66,8)

- Как часто вы принимаете лекарственные препараты?
- Придерживаетесь ли вы здорового рациона и режима питания?
- Занимаетесь ли вы физической культурой и спортом?
- Как часто вы употребляете алкогольные напитки?
- Курите ли вы?
- Если курите, то сколько сигарет выкуриваете в день?
- Пробовали ли вы когда-нибудь курительные смеси (кальян)?
- Пробовали ли вы когда-нибудь наркотические или токсические вещества?
- Часто ли вы подвержены стрессам?
- Отметьте причины, которые вызывают у вас стресс?
- Хорошо ли вы спите?
- Есть ли у вас какие-либо из указанных заболеваний?
- Из каких источников вы получаете информацию о ЗОЖ?

На вопрос «ЗОЖ – как вы это понимаете?» были предложены следующие варианты ответов: занятия спортом, поддержание оптимальной физической формы; отсутствие вредных привычек (курение, алкоголь, наркотики); рациональное питание; соблюдение режима дня; личная гигиена; положительные эмоции; владение навыками безопасного поведения.

Таблица 3. Распределение респондентов по вариантам ответа, абс. (%)

Вариант ответа	Всего	Женщины	Мужчины
<i>«Здоровый образ жизни – как вы это понимаете?»</i>			
Занятия физической культурой и спортом, поддержание оптимальной физической формы	2095 (89,3)	1375 (81,8)	550 (82,7)
Отсутствие вредных привычек (курение, алкоголь, наркотики)	1931 (82,3)	1447 (86,1)	484 (72,8)**
Рациональное питание	1779 (68,2)	1330 (79,1)	449 (67,5)**
Соблюдение режима дня	1173 (50,0)	790 (47,0)	383 (57,6)**
Личная гигиена	498 (21,2)	388 (23,1)	110 (16,5)
Положительные эмоции	821 (35,0)	689 (41,0)	132 (19,9)*
Владение навыками безопасного поведения	209 (8,9)	175 (10,4)	34 (5,1)
<i>«Придерживаетесь ли вы здорового рациона и режима питания?»</i>			
Всегда придерживаются здорового рациона и правильного режима питания	410 (17,5)	316 (18,8)	94 (14,1)
Иногда придерживаются	1517 (64,7)	1212 (72,8)	305 (45,9)*
<i>«Занимаетесь ли вы физической культурой и спортом?»</i>			
Регулярно (2–3 раза в неделю)	484 (20,6)	364 (21,4)	120 (18,1)
Иногда (2–3 раза в месяц)	1380 (58,8)	1033 (61,5)	347 (52,2)*
<i>«Часто ли вы подвержены стрессам?»</i>			
Достаточно часто	508 (21,7)	445 (26,5)	63 (9,5)*
Время от времени	1520 (64,8)	1079 (64,2)	441 (66,3)
Не подвержены стрессам	318 (13,6)	157 (9,3)	161 (24,2)*

Примечание. Статистически значимое отличие от относительного количества респондентов женского пола: * – $p < 0,001$; ** – $p < 0,05$.

На вопрос «Как вы думаете, для чего нужно вести ЗОЖ (не более 3 вариантов)?» предложены следующие варианты ответа: иметь хорошее здоровье; быть современным культурным человеком; быть внешне привлекательным, иметь хорошую фигуру; быть физически сильным, уметь постоять за себя; быть успешным в жизни, добиваться успеха; возможность жить без лишних проблем и осложнений; общаться с любимым человеком, создать счастливую семью; возможность полноценно заниматься любимым делом, работой; пользоваться уважением, признанием окружающих.

На вопрос «Занимаетесь ли вы физической культурой и спортом?» были предложены следующие варианты ответов: регулярно (2–3 раза в неделю); иногда (2–3 раза в месяц); не занимаюсь.

На вопрос «Придерживаетесь ли вы здорового рациона и режима питания?»: да, регулярно; нет; не полностью (соблюдаю режим питания, но рацион не соблюдаю).

В рамках данной статьи описаны два фактора: приверженность населения здоровому рациону и режиму питания и физической активности. Анкетирование было проведено методом случайной выборки взрослого населения Рыбно-Слободского района Республики Татарстан.

Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием пакета статистических программ Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Для сравнения дискретных признаков в независимых выборках использовали точный критерий Фишера.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного анкетирования было установлено, что наибольшее число опрошенных (89,3%)

связывают ЗОЖ с занятиями физической культурой и спортом и поддержанием оптимальной физической формы (табл. 3). Вторым по важности аспектом ЗОЖ опрошенные считают отсутствие вредных привычек, на 3-м месте стоит рациональное питание (68,2%). Соблюдение режима дня – на 4-м месте (50,0%). Положительные эмоции как признак ЗОЖ отметили только 35,0% опрошенных. Еще 21,2% отметили в качестве признака ЗОЖ личную гигиену, и 8,9% – владение навыками безопасного поведения. Следует отметить, что среди мужчин и женщин есть единство в выборе первых 4 признаков ЗОЖ (занятия физической культурой и спортом, отсутствие вредных привычек, а также рациональное питание и соблюдение режима дня). В то же время женщины почти вдвое чаще связывают ЗОЖ с получением положительных эмоций, чем мужчины ($p < 0,001$).

Анализируя представленные данные, можно отметить, что на вопрос «Придерживаетесь ли вы здорового рациона и режима питания?» всегда придерживаются здорового рациона и правильного режима питания лишь 17,5% респондентов (см. табл. 3). Иногда придерживаются примерно $\frac{2}{3}$ респондентов, причем женщин в 1,6 раза меньше, чем мужчин ($p < 0,001$). При этом из тех, кто считает, что рациональное питание является признаком ЗОЖ, всегда придерживаются здорового рациона и питания всего 160 (6,8% опрошенных) женщин и 59 (2,5% опрошенных) мужчин, и не придерживаются 104 (4,4%) женщины и 134 (5,7%) мужчины.

Таким образом, 79,1% женщин считают рациональное питание обязательным признаком ЗОЖ, но только 18,8% из них постоянно придерживаются здорового рациона и режима питания. И 67,5% мужчин считают рациональное питание признаком ЗОЖ, но только 14,1% из них постоянно придерживаются здорового рациона и режима питания. Из тех, кто придерживается здорового рациона и режима питания, почти половина женщин и мужчин питаются рационально, но не считают этот фактор признаком ЗОЖ. Среди респондентов, которые иногда придерживаются рационального питания, женщин в 1,6 раз больше, чем мужчин (см. табл. 3).

Анализируя данные приверженности населения рациональному питанию по возрасту, можно сделать следующие выводы: наиболее привержены рациональному питанию респонденты в возрасте от 31 до 40 лет – 28,4% (110 респондентов в данной возрастной группе); в возрасте от 20 до 30 лет – 19,1% респондентов из числа опрошенных в своей возрастной группе; 21,7% респондентов придерживаются рационального питания в возрасте 51–60 лет; в возрасте от 61 до 70 лет – 14,7% респондентов и в возрасте 71–74 года – 2,0% респондентов из числа опрошенных в своей возрастной категории ($p < 0,001$). Поскольку доля тех, кто иногда придерживается здорового рациона и режима питания, достаточно велика, можно сделать вывод, что требуются меры по повышению их приверженности рациональному питанию и необходимость создания условий.

На вопрос «Занимаетесь ли вы физической культурой и спортом?» респонденты ответили следующим обра-

зом: регулярно (2–3 раза в неделю) занимаются спортом лишь пятая часть опрошенных, иногда (2–3 раза в месяц) – чуть более половины (см. табл. 3). Следует отметить, что около 75% женщин и 60% мужчин не считают занятия физической культурой и спортом важной составляющей своей жизни. Такое представление возникает от того, что почти 65% населения страны не понимают значения физической культуры, связанного с развитием личности человека. Анализируя данные приверженности населения физической культуре и спорту по возрастам, оказалось, что наиболее привержены респонденты в возрасте от 21 до 30 лет – 38,3% из числа опрошенных в своей возрастной группе; в группе респондентов от 31 до 40 лет – 29,2%; в возрастной группе 41–50 лет – 23,6%; в возрастной группе 51–60 лет – 21,1%; в возрастной группе 61–70 лет – 11,0% респондентов и 7,0% респондентов из числа опрошенных в возрастной группе 71–74 года. Если говорить о самых распространенных видах спорта, следует отметить, что самым распространенным оказались лыжи, – 22,16% респондентов занимаются лыжами (18,56% респондентов женского пола и 31,27% респондентов мужского пола). Занимаются плаванием 23,99% респондентов (20,70% из опрошенных респондентов женского пола и 32,33% респондентов мужского пола); кардионагрузки (ходьба, эллипс, степпер, велотренировки) практикуют 7,3% респондентов (из них 8,5% респондентов из опрошенных женского пола и 4,36% из опрошенных мужского пола). Также в ответах отмечались такие виды физической культуры и спорта, как гимнастика, йога, пилатес, ушу, самбо, дзюдо, каратэ, бокс и др. Таким образом, хотя 91,9% респондентов женского пола считают занятия спортом обязательным признаком ЗОЖ, но только 20,6% из них регулярно (2–3 раза в неделю) занимаются спортом. 81,9% респондентов мужского пола считают занятия спортом обязательным признаком ЗОЖ, регулярно из них занимаются спортом 18,1%. Примечателен тот факт, что регулярно занимаются спортом 22,3% женщин и 17,5% мужчин, а из тех, кто выбрал спорт обязательным признаком ЗОЖ, соответственно 21,5 и 13,7%.

На вопрос «Есть ли у вас какие-либо из перечисленных заболеваний?» ответили следующим образом. Среди лиц, которые регулярно (2–3 раза в неделю) занимаются физической культурой и спортом, у 27,5% респондентов отмечались сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), в то время как среди респондентов, которые не занимаются спортом, ССЗ отмечались у 64,2% ($p < 0,001$). Число лиц, приверженных здоровому питанию, было практически равным как в группе имевших, так и не имевших ССЗ (соответственно 5,0 и 5,8%). Среди лиц, которые придерживались рационального питания, заболевания желудочно-кишечного тракта отмечались у 14,1% респондентов, тогда как среди респондентов, которые не придерживались рационального питания, заболевания желудочно-кишечного тракта отмечались у 83,7% ($p < 0,001$).

Нами был проведен анализ взаимосвязи рационального питания и подверженности стрессам. На вопрос

«Часто ли вы подвержены стрессам?» одна пятая из числа всех опрошенных ответила, что достаточно часто подвержены стрессам, почти $\frac{2}{3}$ подвержены стрессам время от времени, не подвержены стрессам 13,6% (см. табл. 3). При этом доля женщин, подверженных стрессам, оказалась в 2,8 раза больше, чем мужчин ($p < 0,001$), и наоборот, доля мужчин, не подверженных стрессам, оказалась в 2,5 раза больше, чем женщин ($p < 0,001$). Таким образом, мужчины менее подвержены стрессам, чем женщины, почти в 3 раза. Из респондентов, которые рационально питаются, 24,4% подвержены стрессам, подвержены стрессам время от времени 57,3%, совсем не подвержены стрессам 21,2% респондентов. Важно отметить, что из 1324 респондентов, которые придерживаются рационального питания нерегулярно, подвержены стрессам 296 (22,4%) респондентов, подвержены стрессам время от времени 919 (69,4%) лиц, не подвержены стрессам 267 (20,2%) респондентов. Если говорить о респондентах, которые не придерживаются рационального питания, – это 365 человек, из них подвержены стрессам 89 (24,4%), подвержены стрессам время от времени 197 (54,0%), не подвержены стрессам 79 (21,6%). Таким образом, статистически значимых различий в количестве лиц, подверженных стрессам, среди респондентов, которые питаются рационально и которые не придерживаются рационального пи-

тания, не выявлено. Следует обратить внимание на то, что среди 1864 респондентов, которые занимаются физической культурой и спортом (и регулярно 2–3 раза в неделю, и иногда), только 166 (8,9%) человек подвержены стрессу. Таким образом, 91% респондентов, которые занимаются спортом, менее подвержены стрессу.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что среди опрошенных, приверженных здоровому рациону и режиму питания и физической активности, реже распространены (по данным самих опрошенных) неинфекционные заболевания и стресс. Результаты самооценки (анкетирования) здоровья населения могут быть использованы при разработке адресной программы лечебно-профилактических мероприятий по формированию приверженности ЗОЖ населения Рыбно-Слободского района Республики Татарстан.

Ограничения исследования. Исследование носило наблюдательный характер и зависело от четкости заполнения анкет.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах

Шулаев Алексей Владимирович (Shulaev Aleksey V.) – доктор медицинских наук, профессор, проректор по взаимодействию с учебно-производственными базами и клинической работе, заведующий кафедрой общей гигиены ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России (Казань, Россия)

E-mail: prorector-clinic@kgmu.kcn.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2073-2538>

Улумбекова Гузель Эрнстовна (Ulumbekova Guzel E.) – доктор медицинских наук, диплом МВА Гарвардского университета (Бостон, США), руководитель Высшей школы организации и управления здравоохранением – Комплексного медицинского консалтинга (ВШОУЗ–КМК), председатель правления Ассоциации медицинских обществ по качеству медицинской помощи и медицинского образования (АСМОК), доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения, экономики здравоохранения педиатрического факультета ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: vshouz@vshouz.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0986-6743>

Китаева Эндже Альбертовна (Kitaeva Endzhe A.) – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, заведующая отделением неврологии ГАУЗ «Рыбно-Слободская центральная районная больница» (Рыбно-Слободский район, п.г.т. Рыбная Слобода, Россия)

E-mail: kitaevaenge@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2147-9025>

Китаев Мансур Рафагатович (Kitaev Mansur R.) – кандидат медицинских наук, главный врач ГАУЗ «Рыбно-Слободская центральная районная больница» (Рыбно-Слободский район, п.г.т. Рыбная Слобода, Россия)

E-mail: Mansur.Kitaev@tatar.ru

<https://orcid.org/0000-0001-7047-7996>

Литература

1. Улумбекова Г.Э. Здравоохранение России. Что надо делать. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 704 с.
2. Улумбекова Г.Э., Гинойн А.Б., Чабан Е.А. Количественный анализ факторов, влияющих на состояние здоровья насе-

- ния в Российской Федерации // Медицинское образование и профессиональное развитие. 2016. № 2 (24). С. 107–120.
3. На S.K. Dietary salt intake and hypertension. *Electrolyte Blood Press.* 2014. Vol. 12, N 1. P. 7–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119591>
 4. Баланова Ю.А., Концевая А.В., Шальнова С.А. и др. Распространенность поведенческих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в российской популяции по результатам исследования ESSE // Профилактическая медицина. 2014. Т. 17, № 5. С. 42–52.
 5. Дзень М.В., Габбасова Н.В., Мачик Н.П. Модифицирующее влияние поведенческих факторов риска на формирование профессионального здоровья // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2017. № 67. С. 135–144.
 6. Лебедькова С.Е., Суменко В.В., Евстифеева Г.Ю., Потемкина Р.А., Соловьева И.М., Чехонадская Н.И. Эпидемиология поведенческих факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний во взрослой популяции // Профилактика заболеваний и укрепления здоровья. 2003. Т. 6, № 1. С. 13–17.
 7. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Хотимченко С.А. Нормативная база оценки качества и безопасности пищи // *Russian Journal of Rehabilitation Medicine.* 2017. № 2. С. 74–120.
 8. Государственная политика здорового питания населения: задачи и пути реализации на региональном уровне. Руководство для врачей / под ред. Тутельяна В.А., Онищенко Г.Г. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 288 с.
 9. Зарубина Н.Н. Представление о «Нормативном теле» как детерминанты изменений в практиках питания россиян // Историческая психология и социология истории. 2015. Т. 8, № 1. С. 75–91.
 10. Шеникова Н.В., Шеметова Е.В. Питание россиян как фактор жизнеспособности нации // Социологические исследования. 2007. № 5 (277). С. 88–94.
 11. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний. Рекомендации / под ред. Бойцова С.А., Чучалина А.Г. 2013. [Электронный документ]. URL: <http://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/prevent.pdf>
 12. Food and health in Europe: a new basis for action / Ed. by Robertson A., Tirado C., Lobstein T., Jermini M., Knai C., Jensen J.H. et al. // WHO Regional Publications, European Series, No. 96. 2005.
 13. Каприн А.Д., Александрова Л.М., Старинский В.В. Медико-социальные аспекты формирования в России концепции здорового образа жизни // РМЖ. 2017. Т. 25, № 14. С. 995–999
 14. Максимов Л.М. Модный и необходимый здоровый образ жизни // Научное обозрение: теория и практика. 2012. № 3. С. 66–82.
 15. History of physical education in Europe. Vol. 2. / Ed. by P.D. Pavlovic, N. Zivanovic, B. Antala, K.M. Pantelic Babic. Leposavic, 2015. 197 p. ISBN 978-86-82329-53-4
 16. Логинов С.И. Детерминанты физической активности: проблемы и подходы к изучению // Теория и практика физической культуры. 2006. № 7. С. 55–58.
 17. Мифтахов М.Р., Крамин Т.В., Бариев М.М. Социально-экономические аспекты эффективности государственной политики по повышению спортивной активности населения // Культура физическая и здоровье. 2017. Т. 64, № 4. С. 37–42.

References

1. Ulumbekova G.E. Health of Russia. What to do. 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2015. 704 p. (in Russian)
2. Ulumbekova G.E., Ginoyan A.B., Chaban E.A. Quantitative analysis of factors affecting the health status of the population in the Russian Federation. *Meditsinskoe obrazovanie i professional'noe razvitie* [Medical Education and Professional Development]. 2016; (2): 107–20. (in Russian)
3. Na S.K. Dietary salt intake and hypertension. *Electrolyte Blood Press.* 2014; 12 (1): 7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119591>
4. Balanova Yu.A., Kontsevaya A.V., Shalnova S.A., et al. The prevalence of behavioral risk factors for cardiovascular disease in the Russian population according to the ESSE study. *Profilakticheskaya meditsina* [Preventive Medicine]. 2014; 17 (5): 42–52.
5. Zen M.V., Gabbasova N.V., Machik N.P. The modifying effect of behavioral risk factors on the formation of occupational health. *Scientific and Medical Bulletin of the Central Black Earth Region.* 2017; (67): 135–44.
6. Lebedykova S.E., Sumenko V.V., Evstifeeva G.Yu., Potemkina R.A., Solovieva I.M., Chekhonadskaya N.I. Epidemiology of behavioral risk factors for the development of chronic noncommunicable diseases in the adult population. *Profilaktika zabolovaniy i ukrepleniya zdorovya* [Disease Prevention and Health Promotion]. 2003; 6 (1): 13–17. (in Russian)
7. Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Khotimchenko S.A. The regulatory framework for assessing the quality and safety of food. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine.* 2017; (2): 74–120. (in Russian)
8. The state policy of healthy nutrition of the population: tasks and ways of implementation at the regional level. A guide for doctors. Edited by Tutelyan V.A., Onishchenko G.G. Moscow: GEOTAR-Media, 2009. 288 p. (in Russian)
9. Zarubina N.N. The concept of the “Normative body” as determinants of changes in the nutrition practices of Russians. *Historical psychology and sociology of history.* 2015; 8 (1): 75–91.
10. Schenikova N.V., Shemetova E.V. Nutrition of Russians as a factor in the viability of a nation. 2007; (5): 88–94. (in Russian)
11. Prevention of chronic noncommunicable diseases. Recommendations. Edited by Boytsov S.A., Chuchalin A.G. 2013. Access mode: <http://webmed.irkutsk.ru/doc/pdf/prevent.pdf>
12. Food and health in Europe: a new basis for action. Edited by Robertson A., Tirado C., Lobstein T., Jermini M., Knai C., Jensen J.H., et al. WHO Regional Publications, European Series, No. 96. 2005.
13. Kaprin A.D., Aleksandrova L.M., Starinsky V.V. Medical and social aspects of the formation of the concept of a healthy lifestyle in Russia. *Russkiy meditsinskiy zhurnal* [Russian Medical Journal]. 2017; 25 (14): 995–9. (in Russian)
14. Maksimov L.M. Fashionable and necessary healthy lifestyle. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika* [Scientific Review: Theory and Practice]. 2012; (3): 66–82. (in Russian)
15. History of physical education in Europe; 2. Edited by P.D. Pavlovic, N. Zivanovic, B. Antala, K.M. Pantelic Babic. Leposavic, 2015: 1969 p. ISBN 978-86-82329-53-4
16. Loginov S.I. Determinants of physical activity: problems and approaches to the study. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture]. 2006; (7): 55–8. (in Russian)
17. Miftakhov M.R., Kramin T.V., Bariev M.M. Socio-economic aspects of the effectiveness of state policy to increase sports activity of the population. *Kul'tura fizicheskaya i zdorov'e* [Physical Culture and Health]. 2017; 64 (4): 37–42. (in Russian)

Для корреспонденции

Шургая Марина Арсеньевна – доктор медицинских наук, доцент кафедры гериатрии и медико-социальной экспертизы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России
 Адрес: 125993, Россия, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1
 Телефон: (499) 255-55-20
 E-mail: daremar@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-3856-893X>

Пузин С.Н.^{1,2}, Шургая М.А.¹, Меметов С.С.³, Одебаева Р.⁴, Галь И.Г.¹, Погосян Г.Э.⁵, Шаркунов Н.П.³

Инвалидность вследствие артериальной гипертензии и алиментарные факторы, определяющие сердечно-сосудистый риск

Disability due to arterial hypertension and alimentary factors, determining cardiovascular risk

Puzin S.N.^{1,2}, Shurgaya M.A.¹, Memetov S.S.³, Odebaeva R.⁴, Gal I.G.¹, Pogosyan G.E.⁵, Sharkunov N.P.³

- 1 ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия
- 2 ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия
- 3 ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия
- 4 ГБУЗ «Консультативно-диагностический центр № 6» Департамента здравоохранения г. Москвы, филиал № 2, Москва, Россия
- 5 ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Е.О. Мухина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия
- 1 Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia
- 2 I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia
- 3 Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia
- 4 Consultative and Diagnostic Center # 6, Branch # 2, Moscow, Russia
- 5 City Clinical Hospital named after E.O. Mukhin, Moscow, Russia

Для цитирования: Пузин С.Н., Шургая М.А., Меметов С.С., Одебаева Р., Галь И.Г., Погосян Г.Э., Шаркунов Н.П. Инвалидность вследствие артериальной гипертензии и алиментарные факторы, определяющие сердечно-сосудистый риск // Вопр. питания. 2019. Т. 88, № 6. С. 52–60. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10064

Статья поступила в редакцию 12.06.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Puzin S.N., Shurgaya M.A., Memetov S.S., Odebaeva R., Gal I.G., Pogosyan G.E., Sharkunov N.P. Disability due to arterial hypertension and alimentary factors, determining cardiovascular risk. Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): 52–60. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10064 (in Russian)

Received 12.06.2019. **Accepted** 19.11.2019.

Проблема инвалидности ассоциируется с проблемой социально значимых заболеваний, основным признаком и одновременно ключевой характеристикой которых является массовость. Эпидемический характер распространения и медико-социальное бремя артериальной гипертензии (АГ) обуславливают отнесение данной патологии к числу социально значимых заболеваний.

Цель исследования – анализ первичной инвалидности вследствие АГ в Москве и клинико-патогенетических параллелей между уровнем артериального давления и алиментарными факторами, определяющими сердечно-сосудистый риск (ССР).

Материал и методы. Объектом изучения были данные о первичной инвалидности населения Москвы за 2011–2017 гг. по форме государственного статистического наблюдения № 7-собес и данные Минздрава России. Исследование ретроспективное. Предметом выборочного исследования стал анализ нозологического спектра причин инвалидности, характера функциональных нарушений и степени ограничения жизнедеятельности лиц пожилого возраста, проходивших стационарное лечение в ГБУ «Госпиталь для ветеранов войн» Ростовской области в 2018–2019 гг. Проведен анализ спектра факторов, определяющих ССР.

Результаты и обсуждение. Общее число впервые признанных инвалидами (ВПИ) вследствие АГ составило 11 069 человек. Отмечалась динамика роста удельного веса ВПИ молодого возраста (6,8–11,7%), снижения удельного веса ВПИ среднего возраста (45,3–41,7%) и пожилого возраста в 2015–2016 гг. (39,1–39,9%), но рост в этом контингенте показателя в 2017 г. до 46,6%. Удельный вес ВПИ III группы возрос (до 69,1%), ВПИ II группы уменьшился (до 20,3%) при негативной тенденции роста удельного веса ВПИ наиболее тяжелой I группы. Данные выборочного исследования среди инвалидов, проходящих стационарное лечение в ГБУ «Госпиталь для ветеранов войн» Ростовской области (2018–2019 гг.), свидетельствуют о распространении у них спектра факторов, определяющих ССР.

Заключение. Сохранение у пациентов триггеров АГ, поддерживающих ее дальнейшее прогрессирующее, является причиной низкой эффективности терапии и усугубляет прогноз. Целесообразен единый подход к повышению эффективности применения диетического питания на этапах комплексных лечебно-профилактических и реабилитационных программ с целью первичной и вторичной профилактики АГ и обусловленной данной социально значимой патологией инвалидности.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, инвалидность, профилактика, диетическое питание

The problem of disability is associated with the problem of socially significant diseases, the main feature and at the same time the key characteristic of which is mass character. The epidemic nature of the spread and the medical and social burden of arterial hypertension (AH) leads to the assignment of this pathology to the number of socially significant diseases.

The aim of the study was to analyze primary disability due to AH in Moscow and clinical and pathogenetic parallels between the level of arterial pressure and alimentary factors determining cardiovascular risk (CVR).

Material and methods. The object of study was the data on the primary disability of the population of Moscow during the period 2011–2017 according to the form of state statistical observation #7-sobes and data of the Ministry of Health of Russia. The study was retrospective. The subject of a selective study was an analysis of the nosological spectrum of causes of disability, the nature of functional impairment and the degree of disability of elderly people who underwent inpatient treatment at the hospital for war veterans of the Rostov region in 2018–2019. The analysis of the spectrum of factors that determine the CVR.

Results and discussion. The total number of newly recognized disabled (NRD) due to hypertension amounted to 11,069 people. The growth of the share of NRD of young age (6.8–11.7%), a decrease in the proportion of NRD of middle age (45.3–41.7%) and elderly in 2015–2016 (39.1–39.9%), but the growth of this indicator in this contingent in 2017 to 46.6% were noted. The proportion of NRD group III increased (to 69.1%), NRD group II decreased (to 20.3%) with a negative trend of growth in the proportion of VPI of the most severe group I. Selective survey data among people with disabilities undergoing inpatient treatment at the hospital for war veterans of the Rostov Region (2018–2019) indicated that they had a wide range of factors determining the CVR.

Conclusion. The persistence of patients with hypertension triggers, supporting its further progression, is the cause of the low effectiveness of therapy and exacerbates the prognosis. It is advisable to have a unified approach to improving the efficiency of dietary use at the stages of complex treatment, prophylactic and rehabilitation programs with the goal of primary and secondary prevention of hypertension and disability due to this socially significant pathology.

Keywords: arterial hypertension, disability, prevention, diet therapy

Первичный выход граждан на инвалидность является важнейшим показателем здоровья населения и его социально-экономического благополучия [1]. Общая численность инвалидов в Российской Федерации составляет 12 111 тыс. человек (по состоянию на 01.01.2019), в том числе в возрасте от 18 лет и старше – 11 460 тыс., дети-инвалиды – 651 тыс. В структуре инвалидности имеет место гендерная дифференциация: если в 2016–2017 гг. преобладали мужчины с удельным весом 53,4%, то в 2018 г. преобладали женщины с удельным весом 57,0% общего числа инвалидов [2].

Проблема инвалидности отражает практически весь спектр классов болезней по Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). Также проблема инвалидности ассоциируется с проблемой социально значимых заболеваний, основным признаком и одновременно ключевой характеристикой которых является массовость. Основанием для составления Перечня социально значимых заболеваний послужили эпидемиологические наблюдения, свидетельствующие о высоком уровне первичной инвалидности, снижении продолжительности жизни и высокой смертности страдающих этими заболеваниями лиц [3].

Эпидемиологический характер распространения и медико-социальное бремя артериальной гипертензии (АГ) обуславливает отнесение данной патологии к числу социально значимых заболеваний. Установлена линейная взаимосвязь между уровнем артериального давления (АД) и сердечно-сосудистыми событиями (ССС) и почечными событиями [4]. АГ сохраняет позицию основной модифицируемой причины общей смертности, в том числе и сердечно-сосудистой, во всем мире. При этом наибольшее число смертей в течение года, связанных с уровнем систолического артериального давления (САД), возникает вследствие ишемической болезни сердца (ИБС) (4,9 млн), геморрагических (2,0 млн) и ишемических инсультов (1,5 млн) [5].

За последние 30 лет, несмотря на существенный прогресс в области диагностики и лечения АГ, годы жизни, скорректированные по нетрудоспособности (DALY –

Disability-Adjusted Life Years, или бремя болезни), увеличились на 40% с 1990 г. Уровень САД ≥ 140 мм рт.ст. ассоциирован с развитием смертности и инвалидности приблизительно в 70% случаев [5].

К числу факторов риска АГ относятся избыточная масса тела, гиподинамия, гиперхолестеринемия, злоупотребление алкоголем, курение, стресс. Мужчины реже информированы о наличии у них АГ, менее привержены к здоровому образу жизни (ЗОЖ) и терапии, реже используют антигипертензивные препараты, что определяет низкую эффективность лечения, нацеленного на достижение контроля АД. Эффективные мероприятия по модификации образа жизни могут усилить эффективность антигипертензивных препаратов, предупредить или замедлить развитие АГ и уменьшить сердечно-сосудистый риск (ССР) [6].

Цель исследования – анализ первичной инвалидности вследствие АГ в Москве с 2011 по 2017 г. и клинико-патогенетических параллелей между уровнем АД и факторами, определяющими ССР.

Материал и методы

Объектом изучения стали данные о первичной инвалидности по форме государственного статистического наблюдения № 7-собес и данные Росстата и Минздрава России [2–3, 7]. Исследование ретроспективное. **Методы исследования:** документальный, выкопировка данных, статистический. Объем исследования составил 11 069 человек в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами (ВПИ) вследствие АГ в Москве. Предметом выборочного исследования явился анализ нозологического спектра причин инвалидности, характера функциональных нарушений и степени ограничения жизнедеятельности лиц пожилого возраста, проходивших стационарное лечение в ГБУ «Госпиталь для ветеранов войн» Ростовской области в 2018–2019 гг. Проведен анализ спектра факторов, определяющих ССР. В настоящем исследовании термин «пожилой» применяется в качестве базового понятия –

Данные о первичной инвалидности населения вследствие артериальной гипертензии в Москве в динамике в 2011–2017 гг.

Год	ВПИ вследствие БСК	ВПИ вследствие АГ		Удельный вес ВПИ вследствие АГ в классе БСК, %	Уровень ВПИ вследствие АГ, на 10 тыс. взрослого населения	Показатель наглядности
		абс. число	темп убыли, %			
2011	31 843	3016	–	9,5	3,3	100,0
2012	30 240	2472	-18,0	8,2	2,5	75,8
2013	26 709	1869	-24,4	7,0	1,8	54,5
2014	25 042	1628	-12,9	6,5	1,6	48,5
2015	24 643	1045	-35,8	4,2	1,0	30,3
2016	23 857	670	-35,9	2,8	0,6	18,2
2017	21 353	369	-44,9	1,7	0,4	12,1
Итого	183 687	11069	–	6,0	–	–
За год (сред.)	26 241	1581	–	9,0	1,6	–

Примечание. ВПИ – впервые признанные инвалидами; АГ – артериальная гипертензия; БСК – болезни системы кровообращения.

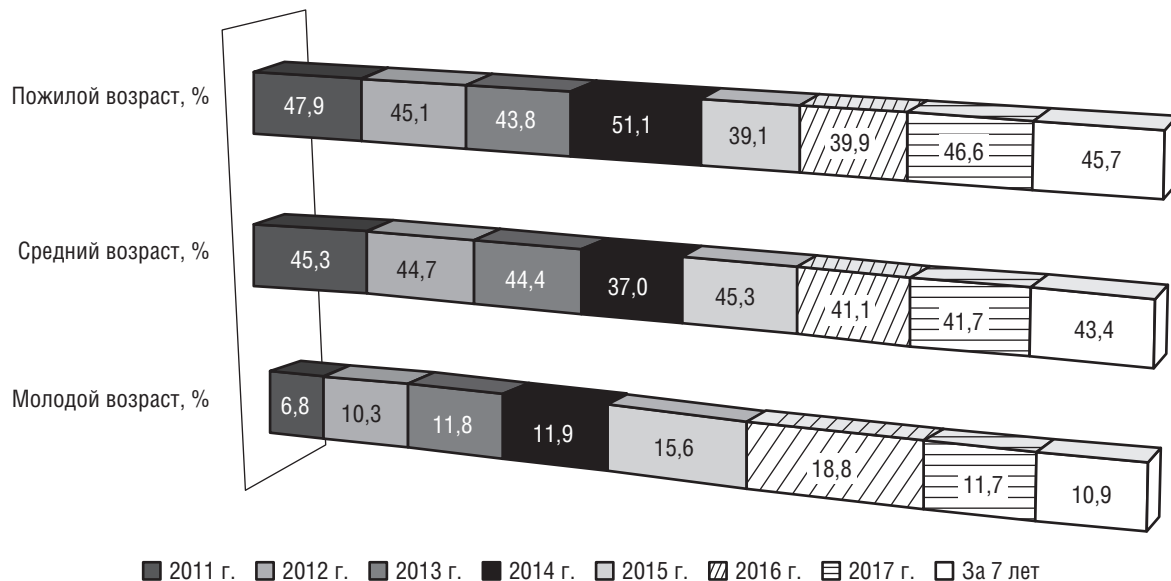


Рис. 1. Удельный вес впервые признанных инвалидами по возрасту в структуре первичной инвалидности вследствие артериальной гипертензии в Москве в 2011–2017 гг. (%)

аналога иных терминов (граждане старшего возраста, старшее поколение), применяемых в Российской Федерации.

Для статистической обработки данных использовалась компьютерная программа Microsoft Office Excel 2010. Описательная статистика представлена в виде относительных интенсивных и экстенсивных коэффициентов.

Результаты и обсуждение

Общее число ВПИ вследствие АГ в Москве за исследуемый период составило 11 069 человек (2011–2017 гг.), в среднем за год 1581 человек, при этом удельный вес и уровень ВПИ вследствие АГ в структуре первичной инвалидности, ассоциированной с классом болезней системы кровообращения, в Москве в динамике снижались (см. таблицу). Уровень ВПИ вследствие АГ в среднем за год был равен 1,6 на 10 тыс. взрослого населения Москвы. Показатель наглядности ВПИ по отношению к уровню 2011 г., принятому за 100%, снижались со значения 75,8% в 2012 г. до 12,1% в 2017 г. (см. таблицу).

Структура первичной инвалидности населения вследствие АГ по возрасту в Москве характеризовалась следующими показателями: среди населения молодого возраста численность ВПИ составила 1207 человек за 7 лет (в среднем за год 172 человека); среди населения среднего возраста – 4805 человек (в среднем 686 человек за год); среди населения пожилого возраста – 1445 человек в 2011 г., а в последующие годы снизилась до 172 ВПИ в 2017 г. Удельный вес ВПИ молодого возраста составлял в среднем за год 10,9% общего числа ВПИ; среднего возраста – в среднем за год 43,4% общего числа ВПИ; пожилого возраста – в среднем за год 45,7% общего числа ВПИ. Таким образом, отмечалась динамика роста удельного веса ВПИ молодого возраста при

снижении удельного веса ВПИ среднего возраста. Также отмечалась динамика снижения удельного веса ВПИ пожилого возраста в 2015–2016 гг. до 39,1–39,9%, но рост показателя в 2017 г. до 46,6% (рис. 1).

Уровень первичной инвалидности вследствие АГ с учетом возраста в Москве в 2011–2017 гг. в контингенте молодых снизился с 0,5 до 0,1, в среднем за год составил 0,4 на 10 тыс. соответствующего населения (темп убыли колебался в пределах 20,0–66,7%); в среднем возрасте снизился с 6,3 до 0,7, в среднем за год составил 3,2 на 10 тыс. соответствующего населения (темп убыли в пределах 19,0–46,2%); в пожилом возрасте составил 5,7 в 2011 г., а в последующие годы с учетом темпа убыли (в пределах 29,8–37,5%) уровень уменьшился до 0,5 в 2017 г., в среднем за год составил 2,5 на 10 тыс. населения пожилого возраста.

Анализ распределения данных ВПИ по группам инвалидности вследствие АГ показал следующее (рис. 2). В контингенте ВПИ I группы с 2011 по 2014 г. число инвалидов возросло с 40 до 48 человек, но в 2015–2017 гг. уменьшилось с 28 до 14 человек. Общая численность ВПИ I группы за 7 лет составила 232 человека, в среднем за год 33 ВПИ. Удельный вес ВПИ данной группы увеличился с 1,3% в 2011 г. до 3,8% к 2017 г., в среднем за год 2,1% общего числа.

В контингенте ВПИ II группы с 2011 по 2017 г. произошел резкий спад числа инвалидов с 1091 до 75 человек. Общая численность ВПИ с данной группой инвалидности за 7 лет составила 2986 человек, в среднем за год 597 ВПИ. Удельный вес ВПИ данной группы снизился с 36,2% в 2011 г. до 20,3% в 2017 г., в среднем за год 28,8% общего числа (см. рис. 2).

В контингенте ВПИ III группы также отмечалось уменьшение численности инвалидов с 1885 в 2011 г. до 280 человек в 2017 г. Общая численность ВПИ за 7 лет составила 7645 человек, в среднем за год 1092 человека.

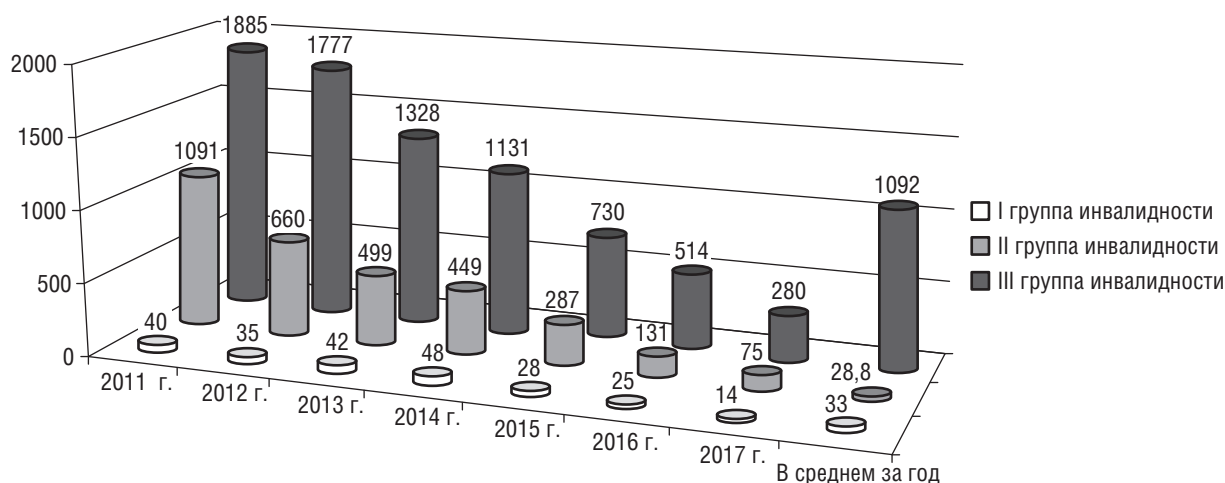


Рис. 2. Структура впервые признанных инвалидами вследствие артериальной гипертензии с учетом группы инвалидности в динамике в Москве в 2011–2017 гг. (абс. число)

Удельный вес ВПИ данной группы возрос с 62,5% в 2011 г. до 75,9% в 2017 г., в среднем за год 69,1% общего числа (см. рис. 2).

В структуре первичной инвалидности населения пожилого возраста вследствие АГ по группам инвалидности в динамике в 2011–2017 гг. отмечался (рис. 3) рост удельного веса ВПИ I группы с 1,7% в 2011 г. до 4,9% в 2014 г., однако затем после снижения до 4,2% в 2015 г. рост до 6,0% в 2016 г. и вновь снижение до 4,1% в 2017 г.; в среднем за год составил 3,1%. Удельный вес ВПИ II группы снижался с 33,5% в 2011 г. до 18,6% в 2017 г., в среднем за год составлял 27,6%. Удельный вес ВПИ III группы характеризовался динамикой роста с 64% в 2011 г. до 77,3% в 2017 г., в среднем за год составил 69,3%.

В настоящее время госпитали для ветеранов войн рассматриваются в качестве базы для оказания высокоспециализированной мультидисциплинарной медико-социальной помощи гериатрическому контингенту населения [8]. В исследуемой группе (128 человек), включавшей 102 (79,7%) мужчин в возрасте 60 лет и более и 26 (20,3%) женщин в возрасте 55 лет и более, инвалидами I группы были 3 (2,3%) человека, II группы – 120 (93,7%) человек, III группы – 5 (4%) человек. В нозологическом спектре причин инвалидности преобладали болезни сердечно-сосудистой системы – гипертоническая болезнь и хроническая ИБС (49,2%). Отмечались также болезни центральной нервной системы (16,5%), опорно-двигательного аппарата (13,2%), дыхательной системы (8,1%), сосудов нижних конечностей (8,2%), мочеполовой системы (4,8%). У большинства (90,2%) инвалидов отмечена комплексность нарушений различных функций организма на фоне сочетанного течения хронических заболеваний. В исследуемой группе инвалидов выявлены факторы риска ССС. У всех обследуемых был нарушен липидный профиль: высокие цифры общего холестерина в пределах 6,0–9,8 ммоль/л (при норме 5,0 ммоль/л), холестерина ЛПНП – в пределах 4,1–5,5 ммоль/л (при норме 3,9 ммоль/л), холестерина ЛПВП –

в пределах 1,53–2,2 ммоль/л (при норме 0,91–1,42 ммоль/л), индекс атерогенности колебался от 7,1 до 8,5 (при норме 2–3). У 16,4% пациентов на фоне сахарного диабета 2 типа выявлялась гипергликемия. Избыточную массу тела имели 11% пациентов.

Избыточная масса тела и ожирение ассоциируются с развитием АГ, увеличением риска ССС и общей смертности. В то же время нормализация массы тела способствует снижению АД [9]. Для предупреждения развития АГ, а для больных АГ – для снижения АД рекомендуется поддерживать ИМТ в пределах 20–25 кг/м² (у лиц моложе 60 лет, у пожилых людей этот показатель выше), а обхват талии – в пределах <94 см для мужчин и <80 см для женщин [10]. Существенному снижению АД, а также уровней глюкозы и нормализации липидного обмена способствует соблюдение средиземноморской диеты, которая соответствует многим требованиям к пищевому рациону в рамках ЗОЖ [11].

Представлены убедительные доказательства, свидетельствующие о существовании причинной связи между потреблением соли и уровнем АД. Так, чрезмерное потребление соли (>5 г натрия в день) ассоциируется с развитием прессорного эффекта, увеличением распространенности АГ и повышением АД с возрастом. В то же время метаанализ недавно опубликованных многочисленных исследований продемонстрировал [12], что уменьшение потребления соли до 4,4 г/сут (натрия 1,75 г/сут) сопряжено со снижением САД/ДАД на 4,2/2,1 мм рт.ст. У больных АГ этот эффект выражен в еще большей степени (-5,4/2,8 мм рт.ст.). Положительным эффектом ограничения употребления соли является уменьшение потребности в антигипертензивной терапии как в отношении числа, так и в отношении дозы антигипертензивных препаратов, необходимых для контроля АД.

Предметом продолжающегося обсуждения остается вопрос влияния ограничения потребления соли с пищей

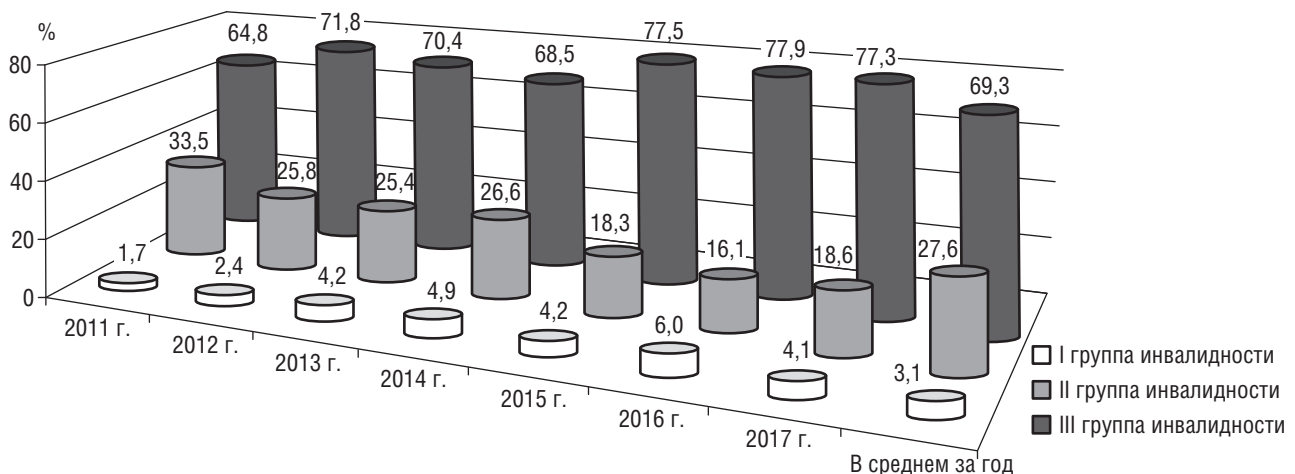


Рис. 3. Структура первичной инвалидности населения пожилого возраста вследствие артериальной гипертензии с учетом группы инвалидности в Москве с 2011 по 2017 г., %

на развитие ССС. В проспективных когортных исследованиях продемонстрирован парадоксальный эффект уменьшения потребления соли ниже 3 г/сут, что привело к усилению гипотензивного эффекта, но ассоциировалось с ростом риска ССС и смерти как в общей популяции, так и среди больных АГ. Это позволило выдвинуть предположение о существовании j-кривой (преимущества от снижения АД до явно низких значений меньше, чем от снижения до средних значений) [13]. В то же время данные эпидемиологических исследований не подтвердили, что очень низкое потребление соли может быть опасным [14].

Количество употребляемой соли существенно различается между странами и даже между регионами одной страны. Эффективно ограничить потребление соли сложно, поскольку обычно сложно оценить, какая пища имеет высокое содержание соли. В целом употребление соли составляет 9–12 г/сут (соответствует 3,5–5,5 г натрия в сут). Рекомендуется в общей популяции уменьшать потребление натрия приблизительно до 2 г/сут и стремиться к этому показателю у всех больных АГ [6].

Между уровнем АД, распространенностью АГ, риском ССС и употреблением алкоголя существует доказанная положительная линейная зависимость. Данные мета-анализа (менделевская рандомизация 56 эпидемиологических исследований) продемонстрировали положительное влияние уменьшения употребления алкоголя на ССС, даже у лиц, употреблявших небольшое или умеренное количество [15]. Рекомендуется соблюдать в течение недели безалкогольные дни и избегать чрезмерного употребления алкоголя [10].

С положительным влиянием на ССС ассоциируется потребление кофе, что было продемонстрировано в недавно представленном систематизированном обзоре проспективных когортных исследований, проанализировавшем 36 352 ССС (более 1 млн пациентов) [16]. Также может оказывать незначи-

тельное, но статистически значимое антигипертензивное действие употребление зеленого и черного чая [17, 18].

Для дополнительного эффекта пациентам с АГ или высоким АД рекомендуются регулярные аэробные физические упражнения (динамические упражнения умеренной интенсивности не менее 30 мин 5–7 дней/нед) [19].

Рекомендуемые меры по изменению ОЖ, которые достоверно снижают АД, включают ограничение потребления соли и алкоголя, высокое потребление овощей и фруктов, снижение массы тела и поддержание идеальной массы тела, а также прекращение курения и регулярные физические нагрузки [6, 20]. Необходимо учитывать, что мероприятия по модификации ОЖ не должны влиять на решение о назначении лекарственной терапии пациентам с поражением органов, обусловленным АГ, или с высоким ССР. Эти мероприятия способны усилить эффективность антигипертензивных препаратов и могут быть достаточными для того, чтобы отсрочить или предупредить необходимость лекарственной терапии (у пациентов с I степенью АГ). Однако с течением времени может иметь место низкая приверженность к ЗОЖ, что является основным недостатком мероприятий по изменению ОЖ [6]. Кроме того, мероприятия по изменению ОЖ, помимо снижения АД, оказывают также и другие существенные эффекты (профилактика онкологических заболеваний) [10].

Заключение

Общее число ВПИ вследствие АГ в Москве в 2011–2017 гг. составило 11 069 человек. Отмечалась динамика роста удельного веса ВПИ молодого возраста (6,8–11,7%), снижения удельного веса ВПИ среднего возраста (45,3–41,7%) и пожилого возраста в 2015–2016 гг. (39,1–39,9%), но рост в этом контингенте пока-

зателя в 2017 г. до 46,6%. Удельный вес ВПИ III группы возрос (до 69,1%), ВПИ II группы уменьшился (до 20,3%) при негативной тенденции роста удельного веса ВПИ наиболее тяжелой I группы.

Сохранение у пациентов тех факторов риска, которые являются триггерами АГ и поддерживают ее дальнейшее прогрессирование (избыточная масса тела, нарушение липидного профиля, гипергликемия), являются причиной низкой эффективности антигипертензивной терапии и неблагоприятно воздействуют на приверженность пациентов к лечению.

Ограничение потребления соли в популяции является одной из приоритетных задач здравоохранения. Следует учитывать, что положительный эффект ограничения потребления соли на уровень АД уменьшается с течением времени, главным образом из-за низкой приверженности к диете. В связи с этим необходимы координированные действия со стороны пищевой промышленности, правительства и общества, поскольку до 80% потребляемого количества соли содержится в готовых к употреблению пищевых продуктах.

Формирование ЗОЖ, ранняя диагностика факторов риска и поражения органов-мишеней, обусловленного АГ, с последующей своевременной их коррекцией – широкомасштабная профилактическая программа охраны здоровья населения, реализация которой требует активного участия врачей первичного звена (семейных врачей, терапевтов, профильных специалистов, гериатров, врачей центров здоровья).

Целесообразен единый подход к повышению эффективности применения диетического питания на этапах комплексных лечебно-профилактических и реабилитационных программ с целью первичной и вторичной профилактики АГ. Оправдана стратегия «принуждения к здоровью», которая может быть эффективно реализована на основе просветительских программ в школах здоровья.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах

Пузин Сергей Никифорович (Puzin Sergey N.) – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гериатрии и медико-социальной экспертизы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; профессор кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет) (Москва, Россия)

E-mail: s.puzin2012@yandex.ru

<http://orcid.org/0000-0003-1030-8319>

Шургая Марина Арсеньевна (Shurgaya Marina A.) – доктор медицинских наук, доцент кафедры гериатрии и медико-социальной экспертизы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (Москва, Россия)

Email: daremar@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0003-3856-893X>

Меметов Сервир Сеитягьяевич (Memetov Servir S.) – доктор медицинских наук, профессор кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья ФПК и ППС ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России (Ростов-на-Дону, Россия)

E-mail: memetov.57@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-6804-0717>

Одебаева Роза (Odebaeva Roza) – врач-терапевт филиала № 2 ГБУЗ Консультативно-диагностический центр № 6» Департамента здравоохранения г. Москвы (Москва, Россия)

E-mail: roza.odebaeva@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-7674-7245>

Галь Игорь Геннадьевич (Gal Igor G.) – доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (Москва, Россия)

E-mail: irengal63@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0001-6642-1068>

Погосян Гагик Эдуардович (Pogosyan Gagic E.) – кандидат медицинских наук, заведующий хирургическим отделением ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Е.О. Мухина» Департамента здравоохранения г. Москвы (Москва, Россия)

E-mail: offi.gp@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-4437-320X>

Шаркунов Николай Петрович (Sharkunov Nikolay P.) – кандидат медицинских наук, доцент кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья ФПК и ППС ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России (Ростов-на-Дону, Россия)

E-mail: dekanatfppo@yandex.ru

orcid.org/0000-0002-0551-1614

Литература

- World Health Organization. Multisectoral action for a life course approach to healthy ageing: global strategy and plan of action on ageing and health (Document A69/17). Sixty-Ninth World Health Assembly. 22 April 2016. 37 p. URL: <http://www.who.int/en>
- Центральная База Статистических Данных. Основные показатели деятельности отдельных отраслей экономики. Здоровоохранение [Электронный ресурс]. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi>
- Социально значимые заболевания населения России в 2017 году (Статистические материалы). Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России. М., 2018. 69 с.
- Ettehad D., Emdin C.A., Kiran A., Anderson S.G., Callender T., Emberson J. et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis // *Lancet*. 2016. Vol. 387. P. 957–967.
- Forouzanfar M.H., Liu P., Roth G.A., Ng M., Biryukov S., Marczak L. et al. Global burden of hypertension and systolic blood pressure of at least 110 to 115 mm Hg, 1990–2015 // *JAMA*. 2017. Vol. 317. P. 165–182.
- Williams B., Mancia G., Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension // *Eur. Heart J*. 2018. Vol. 39, N 33. P. 3021–3104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339
- Основные показатели первичной инвалидности взрослого населения Российской Федерации в 2015 г. М.: ФГБУ «ФБ МСЭ», 2016.
- Пузин С.Н., Меметов С.С., Шургая М.А., Галь И.Г. Организация медицинской реабилитации ветеранов войн в контексте социальной поддержки старшего поколения в России // *Медико-социальная экспертиза и реабилитация*. 2016. № 4. С. 6–11.
- Hall J.E., do Carmo J.M., da Silva A.A., Wang Z., Hall M.E. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms // *Circ. Res*. 2015. Vol. 116. P. 991–1006.
- Piepoli M.F., Hoes A.W., Agewall S., Albus C., Brotons C., Catapano A.L. et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR) // *Eur. Heart J*. 2016. Vol. 37. P. 2315–2381.
- Domenech M., Roman P., Lapetra J., Garcia de la Corte F.J., Sala-Vila A., de la Torre R. et al. Mediterranean diet reduces 24-hour ambulatory blood pressure, blood glucose, and lipids: one-year randomized, clinical trial // *Hypertension*. 2014. Vol. 64. P. 69–76.
- He F.J., Li J., MacGregor G.A. Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure // *Cochrane Database Syst. Rev*. 2013. Vol. 4. CD004937. doi: 10.1002/14651858.CD004937.pub2
- Mente A., O'Donnell M., Rangarajan S., Dagenais G., Lear S., McQueen M. et al. Associations of urinary sodium excretion with cardiovascular events in individuals with and without hypertension: a pooled analysis of data from four studies // *Lancet*. 2016. Vol. 388. P. 465–475.
- Binia A., Jaeger J., Hu Y., Singh A., Zimmermann D. Daily potassium intake and sodium-to-potassium ratio in the reduction of blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials // *J. Hypertens*. 2015. Vol. 33. P. 1509–1520.
- Holmes M.V., Dale C.E., Zuccolo L., Silverwood R.J., Guo Y., Ye Z. et al. Association between alcohol and cardiovascular disease: Mendelian randomisation analysis based on individual participant data // *BMJ*. 2014. Vol. 349. Article ID g4164. doi: 10.1136/bmj.g4164
- Ding M., Bhupathiraju S.N., Satija A., van Dam R.M., Hu F.B. Long-term coffee consumption and risk of cardiovascular disease: a systematic review and a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies // *Circulation*. 2014. Vol. 129. P. 643–659.
- Li G., Zhang Y., Thabane L., Mbuagbaw L., Liu A., Levine M.A. et al. Effect of green tea supplementation on blood pressure among overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis // *J. Hypertens*. 2015. Vol. 33. P. 243–254.
- Greyling A., Ras R.T., Zock P.L., Lorenz M., Hopman M.T., Thijssen D.H. et al. The effect of black tea on blood pressure: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials // *PLoS One*. 2014. Vol. 9. Article ID e103247. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103247>
- Rossi A., Dikareva A., Bacon S.L., Daskalopoulou S.S. The impact of physical activity on mortality in patients with high blood pressure: a systematic review // *J. Hypertens*. 2012. Vol. 30. P. 1277–1288.
- Применение диетического и функционального питания в реабилитационных и профилактических программах у пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями в санаторно-курортных учреждениях. Клинические рекомендации. Утверждены на XIII Международном конгрессе «Реабилитация и санаторно-курортное лечение», 24 сентября 2015 года (протокол № 1). М., 2015. 89 с.
- Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 № 323-ФЗ (с изменениями на 3 июля 2016 года внесенными Федеральным законом от 3.07.2016 № 286-ФЗ. URL: www.pravo.gov.ru (дата обращения: 04.07.2016, № 0001201607040015).

References

- World Health Organization. Multisectoral action for a life course approach to healthy ageing: global strategy and plan of action on ageing and health (Document A69/17). Sixty-Ninth World Health Assembly. 22 April 2016: 37 p. URL: <http://www.who.int/en>
- Central Statistical Database. Key performance indicators of individual sectors of the economy. Health care [Electronic resource]. Federal State Statistics Service. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi> (in Russian)
- Socially significant diseases of the population of Russia in 2017 (Statistical materials). In: Department of Monitoring, Analysis and Strategic Health Development of the Central Research Institute for the Organization and Informatization of Healthcare of the Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2018: 69 p. (in Russian)
- Ettehad D., Emdin C.A., Kiran A., Anderson S.G., Callender T., Emberson J., et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2016; 387: 957–67.
- Forouzanfar M.H., Liu P., Roth G.A., Ng M., Biryukov S., Marczak L., et al. Global burden of hypertension and systolic blood pressure of at least 110 to 115 mm Hg, 1990–2015. *JAMA*. 2017; 317: 165–82.
- Williams B., Mancia G., Spiering W., et al. 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018; 39 (33): 3021–104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339
- Main indicators of primary disability of the adult population of the Russian Federation in 2015. Statistical collections. Moscow: FGBU «FB MSE»; 2015. (in Russian)

8. Puzin S.N., Memetov S.S., Shurgaya M.A., Gal I.G. The organization of medical rehabilitation of war veterans in the context of social support for the older generation in Russia. *Mediko-sotsial'naya ekspertiza i reabilitatsiya* [Medical and Social Expertise and Rehabilitation]. 2016; (4): 6–11. (in Russian)
9. Hall J.E., do Carmo J.M., da Silva A.A., Wang Z., Hall M.E. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms. *Circ Res*. 2015; 116: 991–1006.
10. Piepoli M.F., Hoes A.W., Agewall S., Albus C., Brotons C., Catapano A.L., et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J*. 2016; 37: 2315–81.
11. Domenech M., Roman P., Lapetra J., Garcia de la Corte F.J., Sala-Vila A., de la Torre R., et al. Mediterranean diet reduces 24-hour ambulatory blood pressure, blood glucose, and lipids: one-year randomized, clinical trial. *Hypertension*. 2014; 64: 69–76.
12. He F.J., Li J., MacGregor G.A. Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013; 4: CD004937. doi: 10.1002/14651858.CD004937.pub2
13. Mente A., O'Donnell M., Rangarajan S., Dagenais G., Lear S., McQueen M., et al. Associations of urinary sodium excretion with cardiovascular events in individuals with and without hypertension: a pooled analysis of data from four studies. *Lancet*. 2016; 388: 465–75.
14. Binia A., Jaeger J., Hu Y., Singh A., Zimmermann D. Daily potassium intake and sodium-to-potassium ratio in the reduction of blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens*. 2015; 33: 1509–20.
15. Holmes M.V., Dale C.E., Zuccolo L., Silverwood R.J., Guo Y., Ye Z., et al. Association between alcohol and cardiovascular disease: Mendelian randomisation analysis based on individual participant data. *BMJ*. 2014; 349: g4164. doi: 10.1136/bmj.g4164
16. Ding M., Bhupathiraju S.N., Satija A., van Dam R.M., Hu F.B. Long-term coffee consumption and risk of cardiovascular disease: a systematic review and a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*. 2014; 129: 643–59.
17. Li G., Zhang Y., Thabane L., Mbuagbaw L., Liu A., Levine M.A., et al. Effect of green tea supplementation on blood pressure among overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2015; 33: 243–54.
18. Greyling A., Ras R.T., Zock P.L., Lorenz M., Hopman M.T., Thijssen D.H., et al. The effect of black tea on blood pressure: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2014; 9: e103247. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103247>
19. Rossi A., Dikareva A., Bacon S.L., Daskalopoulou S.S. The impact of physical activity on mortality in patients with high blood pressure: a systematic review. *J Hypertens*. 2012; 30: 1277–88.
20. The use of dietary and functional nutrition in rehabilitation and prevention programs in patients with chronic non-communicable diseases in sanatorium-resort institutions. Clinical guidelines. Approved at the XIII International Congress «Rehabilitation and Spa Treatment», September 24, 2015 (protocol No. 1). Moscow. 2015: 89 p. (in Russian)
21. Federal Law «On the Principles of the Protection of the Health of Citizens in the Russian Federation» of 21.11.2011 No. 323-FZ (as amended up to July 3, 2016 by the Federal Law of July 3, 2016 No. 286-FZ. URL: www.pravo.gov.ru (date of access July 04, 2016, N 0001201607040015). (in Russian)

Для корреспонденции

Волощук Оксана Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича
 Адрес: 58000, Украина, г. Черновцы, ул. М. Коцюбинского, д. 2
 Телефон: (0373) 58-48-38
 E-mail: o.voloshchuk@chnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-6005-3732>

Волощук О.Н., Копыльчук Г.П., Голиней Т.Ю.

Биохимические маркеры функционального состояния печени крыс, содержащихся на рационах с различной обеспеченностью белком и сахарозой

Biochemical markers of the functional state of liver in rats fed diets with different protein and sucrose content

Voloshchuk O.N., Kopylchuk G.P., Holinei T.Yu.

Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича, Черновцы, Украина
 Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

Вопрос о механизмах формирования метаболических нарушений в условиях дефицита или избытка отдельных нутриентов в пищевом рационе остается открытым. Мало изучена проблема влияния на функциональное состояние печени одновременного употребления избытка сахарозы и недостаточности белка в рационе.

Цель работы – изучить скорость генерации супероксидного радикала, содержание триглицеридов и гликогена в печени, а также активность энзиматических маркеров состояния печени у крыс, содержащихся на рационах с различной обеспеченностью белком и сахарозой.

Материал и методы. Исследования проведены на протяжении 28 сут на 48 белых нелинейных крысах, разделенных на 4 группы: 1-я – животные, содержащиеся на полноценном полусинтетическом пищевом рационе (14% белка); 2-я – животные, содержащиеся на низкобелковом (4,7%) рационе; 3-я – животные, содержащиеся на высокосахарозном рационе (40% сахарозы); 4-я – животные, содержащиеся на низкобелковом/высокосахарозном рационе. Активность сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови определяли кинетическим методом, базирующемся на способности фермента восстанавливать D-фруктозу в D-сорбит с одновременным окислением NADH. Активность аланин- и аспаратаминотрансферазы в сыворотке крови оценивали, используя наборы реактивов (Украина).

Результаты и обсуждение. Установлено, что у крыс, содержащихся на низкобелковом рационе, не наблюдалось изменений коэффициента де Ритиса, в то же время активность сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови увеличилась в 1,7 раза. При этом изменений скорости образования супероксидного радикала, а также содержания в печени гликогена и триглицеридов не наблюдалось. Для животных, содержащихся на высокосахарозном рационе, свойственно

Для цитирования: Волощук О.Н., Копыльчук Г.П., Голиней Т.Ю. Биохимические маркеры функционального состояния печени крыс, содержащихся на рационах с различной обеспеченностью белком и сахарозой // *Вопр. питания*. 2019. Т. 88, № 6. С. 61–67. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10065

Статья поступила в редакцию 05.09.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Voloshchuk O.N., Kopylchuk G.P., Holinei T.Yu. Biochemical markers of the functional state of liver in rats fed diets with different protein and sucrose content. *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): 61–7. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10065 (in Russian)

Received 05.09.2019. **Accepted** 19.11.2019.

повышение коэффициента де Ритиса на фоне увеличения активности сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови более чем в 3,5 раза. При этом скорость образования супероксидного радикала в митохондриях печени увеличивалась в 3 раза, а также наблюдалось усиленное накопление гликогена и триглицеридов. Наиболее выраженные изменения показателей состояния печени наблюдались у животных, содержащихся на низкобелковом/высокосахарозном рационе: выраженное повышение коэффициента де Ритиса при 5-кратном увеличении активности сорбитолдегидрогеназы, при этом в 6 раз увеличивалась интенсивность генерации супероксидного радикала в митохондриях печени. Вдвое увеличивалось содержание триглицеридов в печени, а уровень гликогена сохранялся на уровне контрольных значений.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о нарушении функционального состояния печени при относительно кратковременном избыточном потреблении сахарозы, особенно в сочетании с недостаточностью белка в рационе. Сделан вывод о том, что ведущим фактором формирования деструктивных изменений в печени является избыточное потребление сахарозы, при этом сопутствующий алиментарный дефицит белка усугубляет функциональные изменения гепатоцитов.

Ключевые слова: алиментарный дефицит белка, высокосахарозный рацион, печень, коэффициент де Ритиса, супероксидный радикал, триглицериды

The study of mechanisms of the metabolic disorders in conditions of deficiency or excess of individual nutrients in the diet is a live issue. The influence of the simultaneous excess sucrose intake and protein deficiency in the diet on the functional state of the liver remains poorly understood.

The aim of the research was to study the rate of generation of the superoxide radicals, the content of triglycerides and glycogen in the liver, as well as the activity of enzymatic markers of the liver state in rats fed diets with different protein and sucrose content.

Material and methods. The studies were conducted over 28 days on 48 white non-linear rats, randomized into 4 groups: 1 – animals fed full-value semi-synthetic ration (14% protein); 2 – animals receiving low-protein ration (4.7% protein); 3 – animals receiving high-sucrose diet (40% sucrose), 4 – animals receiving low-protein high-sucrose diet.

Serum sorbitol dehydrogenase activity was determined by the kinetic method in the reaction of NADH-dependent reduction of D-fructose to D-sorbitol. Serum alanine aminotransferase activity and aspartate aminotransferase was evaluated using a kit of reagents (Ukraine).

Results and discussion. It was found that in rats fed low protein diet, no changes in the de Ritis coefficient were observed, while the activity of sorbitol dehydrogenase in blood serum increased 1.7 fold. However, no changes in the rate of superoxide radical formation, as well as glycogen and triglyceride level in the liver were observed. In animals fed high-sugar diet, a rise in the de Ritis coefficient on the background of increased serum sorbitol dehydrogenase activity (more than 3.5 times) was revealed. At the same time, the rate of the superoxide radical formation in the liver mitochondria enhanced by 3 fold, with an increased accumulation of glycogen and triglycerides. The most pronounced changes in liver state were observed in animals fed low-protein/high-sugar diet: a marked increase in the de Ritis coefficient with a 5-fold increase in the activity of sorbitol dehydrogenase, and a 6-fold elevation in the intensity of the superoxide radical generation in liver mitochondria. The triglyceride content in the liver doubled, while the glycogen content remained at the level of control values.

Conclusion. The data obtained represent disturbances of the functional liver state as a consequence of the relatively short-term excessive consumption of sucrose, especially in combination with a alimentary protein deficiency. It was found that the leading factor in the formation of destructive changes in the liver was excessive sucrose consumption, while the concomitant protein deficiency exacerbated the functional changes in hepatocytes.

Keywords: protein deficiency, high sucrose diet, liver, de Ritis ratio, superoxide, triacylglycerol

В настоящее время, несмотря на актуальность, вопрос о механизмах формирования метаболических нарушений в условиях дефицита или избытка отдельных нутриентов в пищевом рационе остается открытым [1–4]. Известно, что в рационе современного человека преобладают легкоусвояемые углеводы, а также рас-

пространено недостаточное потребление полноценных белков. Алиментарная недостаточность белка, возникающая вследствие потребления белковых продуктов с низкой биологической ценностью, распространенности научно необоснованных диет, неодинаковой доступности различных слоев населения к основным источни-

кам полноценного белка, сопровождается нарушением целого ряда метаболических процессов. В то же время хроническое потребление рациона с высоким содержанием добавленного сахара (сладких напитков, сиропов, кондитерских изделий) уменьшает потребление пищи, содержащей эссенциальные нутриенты, способствует развитию ожирения, формированию резистентности к инсулину и неалкогольной жировой болезни печени [5, 6]. Показано, что избыточное потребление сахарозы сопровождается накоплением триглицеридов в гепатоцитах с последующей интенсификацией генерации активных форм кислорода и формированием окислительного стресса, а также способствует воспалению в печени [7]. Увеличение содержания сахарозы в пище усугубляет метаболические нарушения в печени, что отражается на ее функционировании [8].

Целью работы стало исследование скорости генерации супероксидного радикала, содержания триглицеридов и гликогена в печени, а также активности аланин- (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ), сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови крыс, содержащихся на рационах с различной обеспеченностью белком и сахарозой.

Материал и методы

Исследования проводили на белых нелинейных крысах ($n=48$) с исходной массой тела 130–140 г и возрастом 2–2,5 мес. На протяжении всего исследования длительностью 28 сут определяли индивидуальные показатели поедаемости корма и изменения массы тела: через сутки контролировали потребление корма, через каждые 3 дня животных взвешивали. Работу с животными осуществляли с учетом положений Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации от 1964 г., дополненной в 1975, 1983 и 1989 гг.

Крыс содержали индивидуально в пластмассовых клетках с песчаной подстилкой, доступ к воде *ad libitum*. Исследования проводили на 4 группах животных (по 12 крыс в каждой). Животные 1-й (контрольной) группы на протяжении 28 сут получали рацион, содержащий 14% белка за счет казеина, 10% жира (соевое масло) и 76% углеводов (кукурузный крахмал – 61%, сахароза – 10%, микрокристаллическая целлюлоза – 5%), сбалансированный по всем нутриентам [9]. Содержание

витаминовой смеси составляло 1%, минеральной – 3,5% [10]. Энергетическая ценность рациона – 3601 ккал/кг. Животные 2-й группы получали изокалорийный рацион, содержащий 4,7% белка, 10% жира и 85,3% углеводов (за счет увеличения количества кукурузного крахмала). Животные 3-й группы получали высокосахарозный рацион, содержащий 40% сахарозы при общем уровне белка 14%, жира – 10%, углеводов – 76% (энергетическая ценность рациона – 3798 ккал/кг) [11]. Животных 4-й группы содержали на низкобелковом/высокосахарозном рационе: 4,7% белка, 40% сахарозы и необходимое количество других нутриентов (3798 ккал/кг).

Цервикальную дислокацию крыс под легким эфирным наркозом осуществляли на 29-е сутки эксперимента. Сыворотку крови получали стандартным методом, митохондриальную фракцию из гомогената печени выделяли методом дифференциального центрифугирования при 0–3 °С [19].

Активность сорбитолдегидрогеназы (КФ 1.1.1.14) в сыворотке крови определяли кинетическим методом [12], базирующемся на способности фермента восстанавливать D-фруктозу в D-сорбит с одновременным окислением NADH. Активность АЛТ (КФ 2.6.1.2) и АСТ (КФ 2.6.1.1) в сыворотке крови оценивали, используя наборы реактивов («Филисит-Диагностика», Украина). Коэффициент де Ритиса рассчитывали как соотношение активности АСТ/АЛТ.

Интенсивность образования супероксидного радикала регистрировали в тесте с нитросиним тетразолием [13]. Содержание триглицеридов в ткани печени определяли с помощью набора реактивов («Филисит-Диагностика», Украина) после предварительной экстракции хлороформ-метальной смесью (соотношение 2:1), содержание гликогена определяли после его экстракции и последующего гидролиза до глюкозы [14]. Содержание белка определяли по методу Лоури.

Статистическую значимость полученных результатов оценивали с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни с применением программы обработки статистических данных Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

Общее состояние всех животных по внешнему виду, качеству шерстного покрова и поведению при ежеднев-

Масса тела и печени животных, содержащихся на рационах с разной обеспеченностью белком и сахарозой

Показатель	1-я группа (контроль)	2-я группа (низкобелковый рацион)	3-я группа (высокосахарозный рацион)	4-я группа (низкобелковый/высокосахарозный рацион)
Масса тела:				
- исходная, г	135±4	134±4	133±3	134±3
- в конце эксперимента, г	192±5	155±6*	208±10*	160±7*
Масса печени:				
- абсолютная, г	6,77±1,15	4,96±0,74*	8,48±1,65*	5,62±0,41
- относительная, %	3,53±0,43	3,21±0,33	4,13±0,56*	3,51±0,11

Примечание. * – различия статистически значимы ($p < 0,05$) по сравнению с показателем контрольной группы животных.

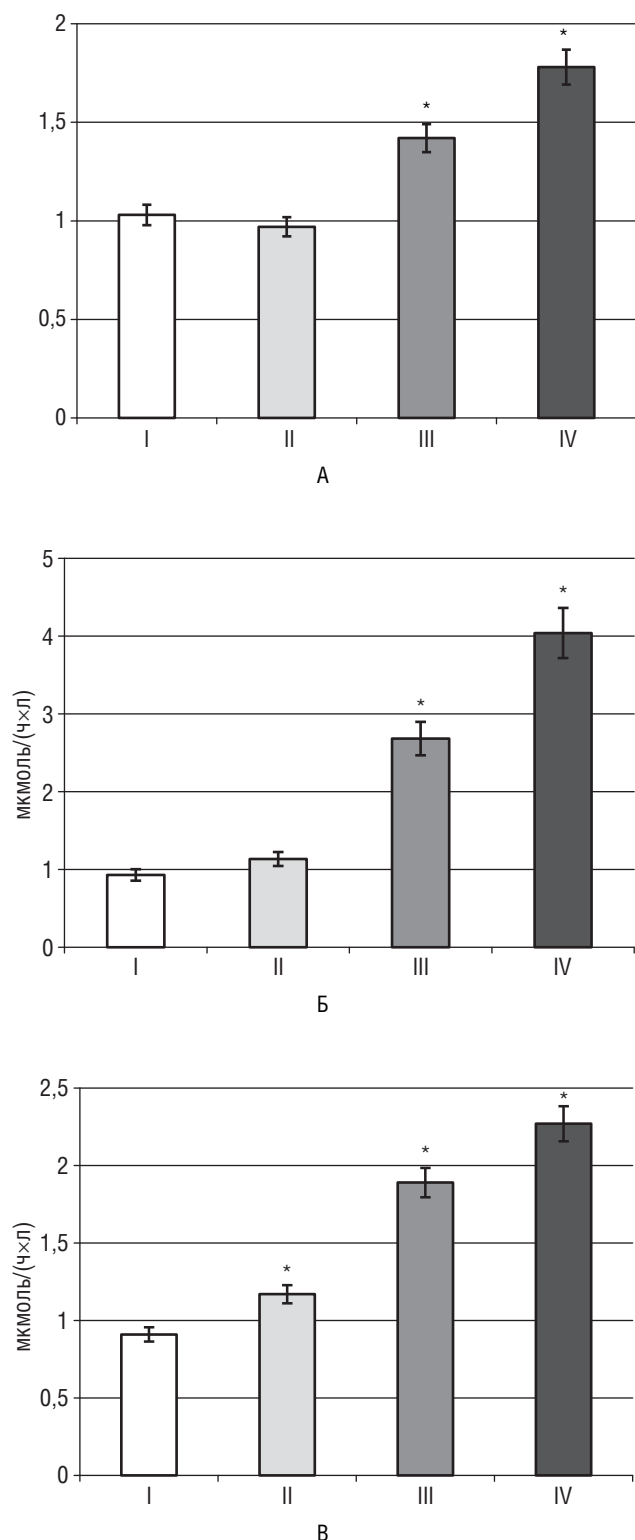


Рис. 1. Коэффициент де Ритиса (А), активность аспарат- (Б) и аланин-аминотрансферазы (В) в сыворотке крови крыс в условиях содержания на диетах с различной обеспеченностью белком и сахарозой

Здесь и на рис. 2–4: I – животные, содержащиеся на полноценном пищевом рационе; II – животные, содержащиеся на низкобелковом рационе; III – животные, содержащиеся на высокосахарозном рационе; IV – животные, содержащиеся на низкобелковом/высокосахарозном рационе; * – статистически значимое отличие ($p < 0,05$) от показателя контроля.

ном осмотре было удовлетворительным. Масса тела животных в начале и в конце эксперимента, а также абсолютная и относительная масса печени указаны в таблице. Результаты исследований показали, что наиболее выраженный прирост массы тела наблюдался у животных, содержащихся на высокосахарозном рационе, при этом у крыс указанной группы наблюдалось увеличение как абсолютной, так и относительной массы печени. В то же время наименее выраженный прирост массы тела наблюдался у крыс, потреблявших низкобелковый рацион.

Результаты исследований показали, что у крыс, содержащихся на низкобелковом рационе, не наблюдалось статистически значимых изменений коэффициента де Ритиса (рис. 1А), при незначительном увеличении активности АЛТ (рис. 1В) и сохранении на уровне контроля активности АСТ (рис. 1Б). При сохранении целостности плазматических мембран гепатоцитов АЛТ и АСТ обычно высвобождаются в плазму с постоянной скоростью [15]. Поскольку АЛТ присутствует преимущественно в цитоплазме гепатоцитов, а АСТ – как в цитозоле клеток, так и в митохондриях, при незначительном увеличении проницаемости плазматической мембраны коэффициент де Ритиса не изменяется. В то же время активность сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови крыс, содержащихся на низкобелковом рационе, увеличилась в 1,7 раза (рис. 2). Известно [16, 17], что сорбитолдегидрогеназа локализуется только в цитозоле гепатоцитов, поэтому даже незначительное повышение активности сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови указывает на изменение проницаемости мембран клеток печени. Активность сорбитолдегидрогеназы сыворотки является чувствительным маркером повреждения печени [18].

Следует отметить, что у животных, получавших низкобелковый рацион, не наблюдалось изменений скорости образования супероксидного радикала (рис. 3), а также содержания в печени гликогена и триглицеридов (рис. 4). Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод, что у крыс, содержащихся на низкобелковом рационе, наблюдается только незначительное увеличение проницаемости мембран гепатоцитов, при этом изменения интенсивности генерации супероксида и содержания гликогена, а также триглицеридов не обнаружены.

В то же время результаты исследований показали, что для животных, содержащихся на высокосахарозном рационе, было свойственно повышение коэффициента де Ритиса (см. рис. 1), при этом активность сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови увеличивалась более чем в 3,5 раза (см. рис. 2). Выявленные изменения активности исследуемых ферментов указывают на деструктивные изменения гепатоцитов и повреждение паренхимы печени. Известно, что увеличение коэффициента де Ритиса указывает на высвобождение внутриклеточного фермента (как митохондриальной, так и цитозольной АСТ) и, таким образом, свидетельствует о гепатоцеллюлярном повреждении [19].

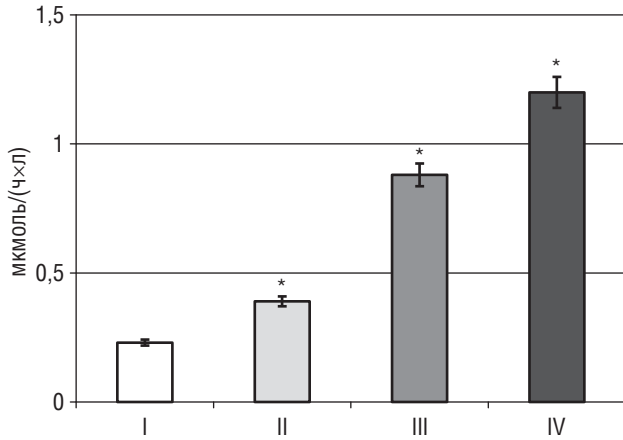


Рис. 2. Активность сорбитолдегидрогеназы в сыворотке крови крыс в условиях содержания на диетах с различным содержанием белка и сахарозы

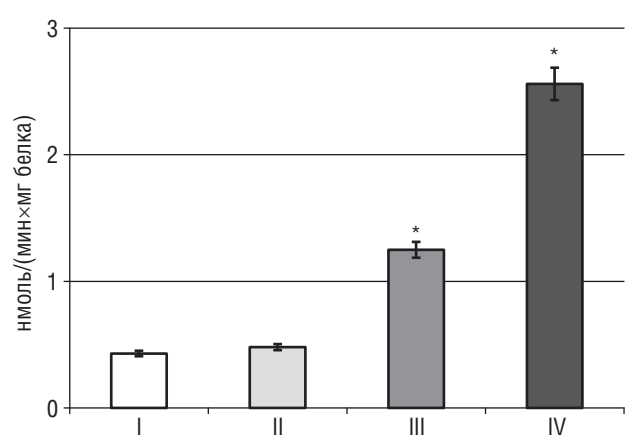


Рис. 3. Скорость образования супероксидного радикала в митохондриях печени крыс в условиях содержания на диетах с различным содержанием белка и сахарозы

При этом скорость образования супероксидного радикала в митохондриях печени увеличивалась в 3 раза (см. рис. 3), что может рассматриваться как один из вероятных механизмов повреждения гепатоцитов в условиях избытка в рационе сахарозы. Показано, что потребление больших количеств сахарозы вызывает интенсификацию митохондриального дыхания, вследствие чего наблюдается усиленная утечка электронов на молекулярный кислород с последующей активацией генерации супероксида. В свою очередь супероксидный радикал может способствовать воспалению через активацию опосредованных ядерным фактором NF-κB клеточных сигнальных путей [20].

Кроме того, нами установлено, что в ткани печени крыс в на фоне чрезмерного потребления сахарозы наблюдалось усиленное накопление как гликогена, так и триглицеридов (см. рис. 4). Как известно, связанный с диетой с высоким содержанием сахарозы нежелательный атерогенный липидный профиль, возможно,

обусловлен влиянием фруктозы на липогенез печени. Во-первых, потому что печень является основным органом метаболизма фруктозы через инсулин-независимый путь, а во-вторых, потому что поступление фруктозы в гликолиз обходит основной путь, обеспечивая тем самым нерегулируемые количества липогенных субстратов ацетил-КоА и глицерол-3-фосфата [8]. Более того, фруктоза способна превращаться в печени в триозы, которые могут также использоваться для синтеза триглицеридов *de novo*. Следствием усиления липогенеза может стать стеатоз печени.

Наиболее выраженные изменения показателей печени наблюдались у животных, содержащихся на низко-белковом/высокосахарозном рационе. У них наблюдалось выраженное повышение коэффициента де Ритиса (см. рис. 1А) при 5-кратном увеличении активности сорбитолдегидрогеназы (см. рис. 2), при этом в 6 раз увеличилась интенсивность генерации супероксидного радикала в митохондриях печени (см. рис. 3). Следует отметить, что в исследуемых экспериментальных ус-

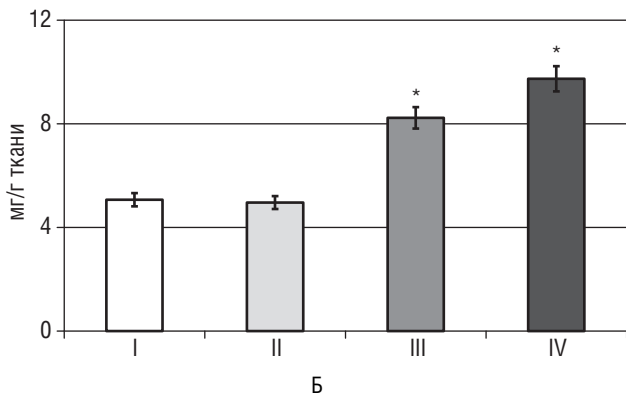
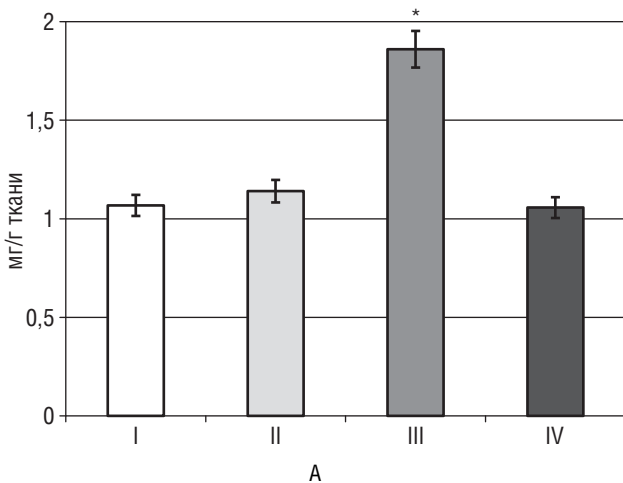


Рис. 4. Содержание гликогена (А) и триглицеридов (Б) в печени крыс в условиях содержания на диетах с различным содержанием белка и сахарозы

ловиях вдвое увеличилось содержание триглицеридов в печени, но значение гликогена сохранилось на уровне контроля (см. рис. 4).

Учитывая, что накопление триглицеридов в печени, интенсификация генерации супероксида, а также повышенное соотношение АСТ/АЛТ являются предпосылками для отдаленных осложнений, включая фиброз и цирроз печени [15], установленные нами изменения показателей состояния печени свидетельствуют о деструктивных процессах в печени и нарушении ее функционирования в условиях алиментарного дефицита белка и избытка сахарозы в рационе.

Полученные данные свидетельствуют о нарушении функционального состояния печени при относительно кратковременном (на протяжении 28 сут) избыточном потреблении сахарозы, особенно в сочетании с недостаточностью белка в рационе. Можно сделать вывод, что ведущим фактором формирования деструктивных изменений в печени является избыточное потребление сахарозы, при этом сопутствующий алиментарный дефицит белка усугубляет функциональные изменения гепатоцитов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах

Волощук Оксана Николаевна (Voloshchuk Oksana N.) – кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича (Черновцы, Украина)

E-mail: o.voloshchuk@chnu.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0002-6005-3732>

Копыльчук Галина Петровна (Kopylchuk Galina P.) – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биохимии и биотехнологии Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича (Черновцы, Украина)

E-mail: kopylchuk@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2906-4927>

Голиней Татьяна Юрьевна (Holinei Tatyana Yu.) – магистрант кафедры биохимии и биотехнологии Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича (Черновцы, Украина)

E-mail: taniysha.plus@gmail.com

Литература

1. Wu G. Dietary protein intake and human health // *Food Funct.* 2016. Vol. 7, N 3. P. 1251–1265. doi: 10.1039/c5fo01530h
2. Tikole R.V., Kulkarni R., Uppinakudru S. et al. Nutritional deficiency disorders in paediatrics: an ayurvedic perspective // *Int. J. Res. Ayurveda Pharm.* 2013. Vol. 4, N 4. P. 605–607. doi: 10.7897/2277-4343.04431
3. Malta A., de Oliveira J.C., Ribeiro T.A., Tófolo L.P. et al. Low-protein diet in adult male rats has long-term effects on metabolism // *J. Endocrinol.* 2014. Vol. 221, N 2. P. 285–295. doi: 10.1530/JOE-13-0473
4. Kitada M., Ogura Y., Monno I., Koya D. The impact of dietary protein intake on longevity and metabolic health // *EBioMedicine.* 2019. Vol. 43. P. 632–640. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2019.04.005>
5. Maciejczyk M., Matczuk J., Żendzian-Piotrowska M. et al. Eight-week consumption of high-sucrose diet has a pro-oxidant effect and alters the function of the salivary glands of rats // *Nutrients.* 2018. Vol. 10, N 10. P. 1–19. doi: 10.3390/nu10101530
6. Ragab S.M., Abd Elghaffar S.Kh., El-Metwally T.H. et al. Effect of a high fat, high sucrose diet on the promotion of non-alcoholic fatty liver disease in male rats: the ameliorative role of three natural compounds // *Lipids Health Dis.* 2015. Vol. 14. P. 83. doi: 10.1186/s12944-015-0087-1
7. Chung M., Ma J., Patel K. et al. Fructose, high-fructose corn syrup, sucrose, and nonalcoholic fatty liver disease or indexes of liver health: a systematic review and meta-analysis // *Am. J. Clin. Nutr.* 2014. Vol. 100, N 3. P. 833–849. URL: <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.086314>
8. Morsy M.D., Abdel-Razek H.A., Eid R.A., El-Naby W.M.H. Impact of different doses of sucrose on the liver function and ultrastructure in rats // *Med. J. Cairo Univ.* 2014. Vol. 82, N 1. P. 133–144.
9. Волощук О.Н., Копыльчук Г.П., Кадайская Т.Г. Состояние системы энергообеспечения митохондрий печени в условиях алиментарной депривации протеина // *Вопр. питания.* 2014. Т. 83, № 3. С. 12–16.
10. Reeves P., Nielsen F., Fahey G. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet // *J. Nutr.* 1993. Vol. 123, N 11. P. 1939–1951.
11. Fernandes-Lima F., Monte L., Nascimento F., Gregório B. Short exposure to a high-sucrose diet and the first «hit» of nonalcoholic fatty liver disease in mice // *Cells Tissues Organs.* 2016. Vol. 201, N 6. P. 464–472. doi: 10.1159/000446514
12. Rose C.I., Henderson A.R. Reaction rate assay of serum sorbitol dehydrogenase activity at 37 °C // *Clin. Chem.* 1975. Vol. 21. P. 1619–1624.
13. Kopylchuk G.P., Voloshchuk O.M. Peculiarities of the free radical processes in rat liver mitochondria under toxic hepatitis on the background of alimentary protein deficiency // *Ukr. Biochem. J.* 2016. Vol. 88, N 2. P. 66–72.
14. Van Der Vies J. Two methods for the determination of glycogen in liver // *Biochem. J.* 1954. Vol. 57, N 3. P. 410–416. doi: 10.1042/bj0570410
15. Botros M., Sikaris K.A. The de ritis ratio: the test of time // *Clin. Biochem. Rev.* 2013. Vol. 34, N 3. P. 117–130.
16. Ozer J., Ratner M., Shaw M. et al. The current state of serum biomarkers of hepatotoxicity // *Toxicology.* 2008. Vol. 245, N 3. P. 194–205. doi: 10.1016/j.tox.2007.11.021
17. Singh A., Bhat T.K., Sharma O.P. Clinical biochemistry of hepatotoxicity // *J. Clin. Toxicol.* 2011. Vol. S4. P. 1–19. doi: 10.4172/2161-0495.S4-001
18. Волощук О.Н., Копыльчук Г.П., Бучковская И.М. Активность маркерных ферментов печени при токсическом гепатите в условиях алиментарной депривации протеина // *Экспер. и клин. гастроэнтерол.* 2014. Т. 108, № 8. С. 96–100.
19. Lambis L.A., Solana T.J.B., Gastelbondo B.P. et al. Risk factors associated with nonalcoholic fatty liver disease in a Colombian Caribbean population // *Rev. Col. Gastroenterol.* 2016. Vol. 31, N 2. P. 89–94.
20. Tan B.L., Norhaizan M.E., Liew W.P. Nutrients and oxidative stress: friend or foe? // *Oxid. Med. Cell Longev.* 2018. Vol. 2018. Article ID 9719584. doi: 10.1155/2018/9719584

References

1. Wu G. Dietary protein intake and human health. *Food Funct.* 2016; 7 (3): 1251–65. doi: 10.1039/c5fo01530h
2. Tikole R.V., Kulkarni R., Uppinakudru S., et al. Nutritional deficiency disorders in paediatrics: an ayurvedic perspective. *Int J Res Ayurveda Pharm.* 2013; 4 (4): 605–7. doi: 10.7897/2277-4343.04431
3. Malta A., de Oliveira J.C., Ribeiro T.A., Tófolo L.P., et al. Low-protein diet in adult male rats has long-term effects on metabolism. *J Endocrinol.* 2014; 221 (2): 285–95. doi: 10.1530/JOE-13-0473
4. Kitada M., Ogura Y., Monno I., Koya D. The impact of dietary protein intake on longevity and metabolic health. *EBioMedicine.* 2019; 43: 632–40. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2019.04.005>
5. Maciejczyk M., Matczuk J., Żendzian-Piotrowska M., et al. Eight-week consumption of high-sucrose diet has a pro-oxidant effect and alters the function of the salivary glands of rats. *Nutrients.* 2018; 10 (10): 1–19. doi: 10.3390/nu10101530
6. Ragab S.M., Abd Elghaffar S.Kh., El-Metwally T.H., et al. Effect of a high fat, high sucrose diet on the promotion of non-alcoholic fatty liver disease in male rats: the ameliorative role of three natural compounds. *Lipids Health Dis.* 2015; 14: 83. doi: 10.1186/s12944-015-0087-1
7. Chung M., Ma J., Patel K., et al. Fructose, high-fructose corn syrup, sucrose, and nonalcoholic fatty liver disease or indexes of liver health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2014; 100 (3): 833–49. URL: <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.086314>
8. Morsy M.D., Abdel-Razek H.A., Eid R.A., El-Naby W.M.H. Impact of different doses of sucrose on the liver function and ultrastructure in rats. *Med J Cairo Univ.* 2014; 82 (1): 133–44.
9. Voloshchuk O.N., Kopylchuk G.P., Kadayskaia T.G. State of the energy-supply system of the liver mitochondria under the conditions of alimentary deficiency of protein. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2014; 83 (3): 12–6. (in Russian)
10. Reeves P., Nielsen F., Fahey G. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. *J Nutr.* 1993; 123 (11): 1939–51.
11. Fernandes-Lima F., Monte L., Nascimento F., Gregório B. Short exposure to a high-sucrose diet and the first «hit» of nonalcoholic fatty liver disease in mice. *Cells Tissues Organs.* 2016; 201 (6): 464–72. doi: 10.1159/000446514
12. Rose C.I., Henderson A.R. Reaction rate assay of serum sorbitol dehydrogenase activity at 37 °C. *Clin Chem.* 1975; 21: 1619–24.
13. Kopylchuk G.P., Voloshchuk O.M. Peculiarities of the free radical processes in rat liver mitochondria under toxic hepatitis on the background of alimentary protein deficiency. *Ukr Biochem J.* 2016; 88 (2): 66–72.
14. Van Der Vies J. Two methods for the determination of glycogen in liver. *Biochem J.* 1954; 57 (3): 410–6. doi: 10.1042/bj0570410
15. Botros M., Sikaris K.A. The de Ritis ratio: the test of time. *Clin Biochem Rev.* 2013; 34 (3): 117–30.
16. Ozer J., Ratner M., Shaw M., et al. The current state of serum biomarkers of hepatotoxicity. *Toxicology.* 2008; 245 (3): 194–205. doi: 10.1016/j.tox.2007.11.021
17. Singh A., Bhat T.K., Sharma O.P. Clinical biochemistry of hepatotoxicity. *J Clin Toxicol.* 2011; S4: 1–19. doi: 10.4172/2161-0495.S4-001
18. Voloshchuk O.N., Kopylchuk G.P., Buchkovskaia I.M. Activity of the marker liver enzymes under the conditions of toxic hepatitis and alimentary deprivation of protein. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya [Experimental and Clinical Gastroenterology]*. 2014; 108 (8): 96–100. (in Russian)
19. Lambis L.A., Solana T.J.B., Gastelbondo B.P., et al. Risk factors associated with nonalcoholic fatty liver disease in a Colombian Caribbean population. *Rev Col Gastroenterol.* 2016; 31 (2): 89–94.
20. Tan B.L., Norhaizan M.E., Liew W.P. Nutrients and oxidative stress: friend or foe? *Oxid Med Cell Longev.* 2018; 2018: 9719584. doi: 10.1155/2018/9719584

Для корреспонденции

Петров Никита Александрович – аспирант, лаборант-исследователь лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»
Адрес: 109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14
Телефон: (495) 698-53-71
E-mail: petrov-nikita-y@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9755-6002>

Петров Н.А., Сидорова Ю.С., Перова И.Б., Кочеткова А.А., Мазо В.К.

Комплекс полифенолов черники, сорбированных на гречневой муке, как функциональный пищевой ингредиент

The complex of bilberry polyphenols, sorbed on the buckwheat flour as a functional food ingredient

Petrov N.A., Sidorova Yu.S., Perova I.B., Kochetkova A.A., Mazo V.K.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия
Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Ягоды черники, в состав которых входит комплекс полифенольных соединений, применяются в традиционной медицине при нарушениях углеводного обмена. Однако высокое содержание моно- и дисахаридов в соке существенно снижает возможности его использования в профилактическом питании лиц с нарушениями углеводного обмена. В связи с этим необходим поиск технологических подходов, направленных на получение функциональных пищевых ингредиентов с более высоким содержанием полифенолов и низким содержанием моно- и дисахаридов, для последующего включения в состав специализированных пищевых продуктов. Цель исследования – разработка технологического подхода к получению пищевой матрицы путем обогащения гречневой муки полифенольными соединениями, извлекаемыми из ягод черники.

Материал и методы. В работе представлен способ получения пищевой матрицы путем сорбции полифенольных соединений из водно-спиртового экстракта ягод черники на гречневой муке. Концентрацию общих полифенолов и антоцианинов в экстракте и их содержание в пищевой матрице определяли спектрофотометрическими методами. Содержание моно- и дисахаридов и профиль индивидуальных антоцианинов определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Результаты и обсуждение. Доля сорбции на гречневой муке составила 45% общих полифенолов и 48% антоцианинов их содержания в исходном экстракте ягод черники. Профиль антоцианинов, сорбированных на пищевой матрице, существенно не отличался от профиля экстракта ягод черники. Результаты определения содержания моно- и дисахаридов свидетельствуют об отсутствии их сорбции из экстракта ягод черники на гречневой муке.

Заключение. Полученные результаты представляют значительный интерес, свидетельствуя о том, что сорбционный подход позволяет целенаправленно концентрировать полифенолы в составе пищевой матрицы с минимальным

Для цитирования: Петров Н.А., Сидорова Ю.С., Перова И.Б., Кочеткова А.А., Мазо В.К. Комплекс полифенолов черники, сорбированных на гречневой муке, как функциональный пищевой ингредиент // *Вопросы питания*. 2019. Т. 88, № 6. С. 68–72. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10066
Статья поступила в редакцию 06.08.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Petrov N.A., Sidorova Yu.S., Perova I.B., Kochetkova A.A., Mazo V.K. The complex of bilberry polyphenols, sorbed on the buckwheat flour as a functional food ingredient. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2019; 88 (6): 68–72. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10066 (in Russian)
Received 06.08.2019. **Accepted** 19.11.2019.

количеством легкоусвояемых углеводов, что существенно повышает эффективность ее использования в качестве функционального пищевого ингредиента в составе диетических профилактических продуктов для лиц с нарушениями углеводного обмена.

Ключевые слова: функциональный пищевой ингредиент, черника, экстракт ягод, полифенолы, антоцианины, пищевая матрица

Blueberries, which contain a wide range of polyphenolic compounds, are used in traditional medicine for prevention and treatment of carbohydrate metabolism disorders. However, the high content of mono- and disaccharides in the juice significantly reduces the possibility of using in preventive nutrition by persons with impaired carbohydrate metabolism. In this regard, it is necessary to search for technological approaches aimed at obtaining functional food ingredients with a higher content of polyphenols and a low content of mono- and disaccharides, for subsequent inclusion in corresponding therapeutic foods. The aim of this study was to develop a technological approach to obtain a food matrix by enriching buckwheat flour with polyphenolic compounds extracted from blueberries.

Material and methods. *The work presents a method for producing a food matrix by sorption of polyphenolic compounds from an aqueous-alcoholic extract of blueberries on buckwheat flour. The concentration of total polyphenols and anthocyanins in the extract and their content in the food matrix was determined by spectrophotometric methods. The content of mono- and disaccharides and profile of individual anthocyanins was determined by HPLC.*

Results and discussion. *The sorption on buckwheat flour was 45% of the total polyphenol content and 48% of anthocyanin content in the initial blueberry fruit extract. The profile of anthocyanins sorbed on a food matrix did not differ significantly from the profile of blueberry extract. The results of determining the content of mono- and disaccharides indicate the absence of their sorption from the extract of blueberries on buckwheat flour.*

Conclusion. *The results obtained are of significant interest, indicating that the sorption approach allows targeted concentration of polyphenols in the food matrix with a minimum amount of easily digestible carbohydrates, which significantly increases the efficiency of its use as a functional food ingredient in dietetic products for people with carbohydrate metabolism disorders.*

Keywords: *functional food ingredient, bilberry, bilberry fruit extract, polyphenols, anthocyanins, food matrix*

Высокая частота проявлений метаболического синдрома, сахарного диабета 2 типа и сопутствующих клинических осложнений определяет актуальность разработки и создания широкого спектра новых функциональных пищевых продуктов, для которых имеются доказательства их эффективности при использовании в питании лиц с нарушениями углеводного и/или жирового обмена.

Традиция применения в народной медицине плодов и листьев черники для уменьшения симптомов нарушений углеводного обмена обосновывается содержанием широкого спектра полифенольных соединений и в первую очередь антоцианинов, гипогликемические и гиполлипидемические свойства которых интенсивно тестируются в экспериментах *in vivo* и клинических нутрициологических исследованиях [1–3]. Многочисленные данные по полифенольному профилю плодов и листьев черники, полученные с использованием современных высокоточных и информативных аналитических методов, представлены в ряде оригинальных и обзорных публикаций [4, 5]. Использование сока или экстрактов плодов черники для профилактических или лечебных целей в значительной степени ограничено низкой биодоступностью полифенольных

соединений, что обуславливает необходимость поиска технологических подходов, направленных на получение функциональных пищевых ингредиентов с возможно более высоким содержанием полифенолов, для последующего включения в состав соответствующих специализированных пищевых продуктов [6]. Одним из таких способов является сорбция полифенолов на белковом матриксе, повышающая также их устойчивость к разложению при высоких температурах и низких значениях pH [7–9].

Цель данного исследования – разработка технологического подхода по получению пищевой матрицы путем обогащения полифенольными соединениями, извлекаемыми из ягод черники, гречневой муки.

Выбор гречневой муки в качестве матрицы, сорбирующей полифенолы, обусловлен ее применением в современной медицинской практике – включением в диету при ожирении, сахарном диабете, заболеваниях почек, для снижения уровня холестерина и общих липидов, укрепления стенок кровеносных сосудов [10].

Ягоды черники, широко распространенной на всей территории России, содержат комплекс полифенольных соединений, таких как изокверцетин, гиперин, гуаджаварин, кверцитрин, астрагаллин, изомирицитрин,

5-О-кофеилхиновая кислота, 3-О-кофеилхиновая кислота, метилциннамат, метилкафеат, а также их производные [11].

Материал и методы

Опытный образец гречневой муки был получен и охарактеризован нами ранее в работе [8] измельчением промышленной партии пищевой муки (ООО «Хлеб-зернопродукт», Россия), с использованием ножевой мельницы «GRINDOMIX GM 200» (Retsch, Германия) при 8000 об/мин в течение 10 мин. Массовая доля белка в образце составила 9,7%, углеводов – 70,0%, золы – 1,6%, влажность – 5,5%.

Получение водно-спиртового экстракта ягод черники. Ягоды черники (ООО «Вологодская ягода», Россия) были предварительно высушены на лиофильной сушке «ЛС-500» (ООО «ПРОИНТЕХ», Россия). Экстракт из сухих плодов черники получали, добавляя к навеске 10 г сухих ягод 990 см³ 70% этанола, затем в течение 15 мин измельчали с использованием лабораторного комбайна «Bosch MUMXL 40G» (Robert Bosch Hausgerate GmbH, Германия). Полученную смесь центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин (центрифуга «Beckman J6B», AL-TAR, США). Супернатант количественно переносили в колбу для выпаривания и затем на роторном испарителе IP1M3 (ОАО «Химлаборприбор», Россия) удаляли спирт до конечного объема 260 см³.

Получение пищевой матрицы, обогащенной полифенолами черники. Процесс сорбции полифенолов из экстракта ягод черники на гречневой муке вели при постоянном перемешивании инкубационной смеси, состоящей из экстракта ягод черники и гречневой муки в соотношении 10:1 на орбитальном шейкере «LOIP LS-110» (ООО РНПО «РусПрибор», Россия) и по окончании инкубации проводили центрифугирование полученной суспензии при 4000 об/мин в течение 20 мин. Супернатант отделяли от осадка методом декантирования. Осадок (далее пищевую матрицу) лиофильно высушивали.

Определение содержания общих полифенолов. Содержание общих полифенолов в мг-экв. галловой кислоты (мг-экв. г.к.) определяли в экстракте ягод черники и в составе пищевой матрицы спектрофотометрическим методом по Фолину–Чокальтеу [8], используя стандарт галловой кислоты (97,5%, Sigma, США). Для определения содержания полифенолов в пищевой матрице навеску 0,5 г помещали во флакон вместимостью 20 см³, полифенолы элюировали 8 см³ 1% раствора ледяной уксусной кислоты в 80% этаноле в ультразвуковой

ванне «Сапфир – 2,8 ТТЦ» (ООО «Сапфир», Россия) в течение 5 мин при 55 °С. Смесь центрифугировали при 4000 об/мин в течение 10 мин и супернатант переносили в грушевидную колбу. Элюирование повторяли еще дважды. Элюаты объединяли, спирт выпаривали на роторном испарителе при 60 °С до достижения 15% от исходного объема объединенных элюатов. Полученный концентрат переносили в мерную колбу и доводили объем до 50 см³ дистиллированной водой (далее – элюат пищевой матрицы).

Определение содержания антоцианинов. Содержание и профиль индивидуальных антоцианинов определяли по ГОСТ 32709-2014. Суммарное содержание антоцианинов в пересчете на цианидин-3-глюкозид оценивали методом pH-дифференциальной спектрофотометрии с помощью спектрофотометра «Shimadzu UV-1800» (Shimadzu Corporation, Япония) с диапазоном длин волн 190–1100 нм. Профиль индивидуальных антоцианинов исследовали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием системы, состоящей из жидкостного хроматографа «Agilent 1100» (Agilent Technologies, США), дегазатора, бинарного насоса, термостата колонок, автосамплера, диодно-матричного спектрофотометрического детектора. Обработку данных осуществляли с помощью программного обеспечения «ChemStation for LC 3D Systems» версии В.04.03.

Определение содержания моно- и дисахаридов. Содержание глюкозы, фруктозы и сахарозы определяли методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с рефрактометрическим детектированием, в качестве неподвижной фазы использовали колонку «Сепарон SGX NH2», подвижной фазы – смесь бидистиллированной воды (23%) с ацетонитрилом (77%) [12].

Результаты и обсуждение

Гранулометрический анализ исходных образцов муки и полученных измельчением на лабораторной мельнице показал уменьшение медианных размеров частиц от 181,6±5,1 до 134,9±3,9 мкм соответственно [8].

В табл. 1 представлена концентрация полифенольных соединений в экстракте ягод черники и в пищевой матрице.

Доля сорбции на гречневой муке составила 45% общих полифенолов и 48% антоцианинов их содержания в исходном экстракте ягод черники. Содержание полифенольных соединений в пищевой матрице увеличилось в 1,3 раза по сравнению с содержанием полифенольных соединений в эквивалентном количестве свежих ягод черники.

Таблица 1. Концентрация общих полифенолов и антоцианинов в экстракте ягод черники и их содержание в пищевой матрице

Объект исследования	Общие полифенолы	Антоцианины
Свежие ягоды	6,0±0,1 мг-экв. г.к./г	3,4±0,1 мг/г
Экстракт ягод черники	1,68±0,04 мг-экв. г.к./см ³	0,95±0,01 мг/см ³
Пищевая матрица	7,6±0,3 мг-экв. г.к./г	4,6±0,1 мг/г

Профиль антоцианинов в экстракте ягод черники и в элюате пищевой матрицы представлен в табл. 2.

Концентрация фруктозы в экстракте составила $8,92 \pm 0,89$, глюкозы – $8,55 \pm 0,86$ и сахарозы $0,26 \pm 0,03$ мг/см³. Суммарную сорбцию углеводов оценивали по разности между их концентрацией в экстракте ягод черники и в супернатанте, получаемом после сорбции. Результаты этого определения свидетельствуют об отсутствии сорбции моно- и дисахаридов из экстракта ягод черники на гречневой муке. Эти данные представляет значительный интерес, свидетельствуя о том, что сорбционный подход позволяет целенаправленно концентрировать полифенолы в составе пищевой матрицы с минимальным количеством легкоусвояемых углеводов. Соответственно, получаемая пищевая матрица имеет низкий гликемический индекс, что существенно повышает эффективность ее использования в качестве функционального пищевого ингредиента в составе диетических профилактических продуктов для лиц с нарушениями углеводного обмена.

Выводы

1. Разработан достаточно простой технологический подход получения пищевой матрицы, обогащенной полифенолами плодов черники при минимально низком содержании моно- и дисахаридов.

2. Полученные результаты могут быть использованы при разработке функциональных пищевых ингредиентов в составе диетической профилактической продукции с низким гликемическим индексом, предназначенной для питания лиц с нарушениями углеводного обмена.

Финансирование. Поисково-аналитическая работа по подготовке рукописи проведена за счет средств

Таблица 2. Профиль антоцианинов экстракта ягод черники и элюата пищевой матрицы

Антоцианин	Содержание, % суммы антоцианинов	
	экстракт ягод черники	элюат пищевой матрицы
Дельфинидин-3-галактозид	12,4	12,4
Дельфинидин-3-глюкозид	11,4	11,2
Цианидин-3-галактозид	15,9	16,0
Дельфинидин-3-арабинозид	6,8	8,0
Цианидин-3-глюкозид	13,4	13,8
Петунидин-3-галактозид	2,8	2,7
Петунидин-3-глюкозид	6,4	6,3
Цианидин-3-арабинозид	10,0	10,2
Пеонидин-3-галактозид	2,0	1,5
Петунидин-3-арабинозид	1,7	2,2
Мальвидин-3-галактозид	2,4	2,1
Пеонидин-3-глюкозид	5,5	5,5
Мальвидин-3-глюкозид	7,7	6,8
Мальвидин-3-арабинозид	1,6	1,2

субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований (тема № 0529-2019-0055).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Благодарности. Авторы выражают благодарность научному сотруднику лаборатории метаболомного и протеомного анализа ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» кандидату фармацевтических наук Е.В. Рылиной за проведение анализа по определению содержания простых углеводов в исследуемых образцах.

Сведения об авторах

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия):

Петров Никита Александрович (Petrov Nikita A.) – аспирант, лаборант-исследователь лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов

E-mail: petrov-nikita-y@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9755-6002>

Сидорова Юлия Сергеевна (Sidorova Yuliya S.) – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов

E-mail: sidorovaulia28@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2168-2659>

Перова Ирина Борисовна (Perova Irina B.) – кандидат фармацевтических наук, старший научный сотрудник лаборатории метаболомного и протеомного анализа

E-mail: Erin.Feather@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5975-1376>

Кочеткова Алла Алексеевна (Kochetkova Alla A.) – доктор технических наук, профессор, заведующая лабораторией пищевых биотехнологий и специализированных продуктов

E-mail: kochetkova@ion.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9821-192X>

Мазо Владимир Кимович (Mazo Vladimir K.) – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов

E-mail: mazo@ion.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3237-7967>

Литература

1. Bharat D., Cavalcanti R.R.M., Petersen C. et al. Blueberry metabolites attenuate lipotoxicity-induced endothelial dysfunction // *Mol. Nutr. Food Res.* 2018. Vol. 62, N 2. doi: 10.1002/mnfr.201700601
2. Vendrame S., Zhao A., Merrow T., Klimis-Zacas D. The effects of wild blueberry consumption on plasma markers and gene expression related to glucose metabolism in the obese Zucker rat // *J. Med. Food.* 2015. Vol. 18, N 6. P. 619–624. doi: 10.1089/jmf.2014.0065
3. Мазо В.К., Сидорова Ю.С., Шипелин В.А., Петров Н.А., Кочеткова А.А. Полифенольные растительные экстракты: влияние на нарушения углеводного и липидного обмена у лабораторных грызунов // *Пробл. эндокринолог.* 2016. Т. 62, № 4. С. 38–44. doi: 10.14341/probl201662438-44
4. Wu Y., Zhou Q., Chen X.Y. et al. Comparison and screening of bioactive phenolic compounds in different blueberry cultivars: Evaluation of anti-oxidation and α -glucosidase inhibition effect // *Food Res. Int.* 2017. Vol. 100, Pt 1. P. 312–324. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.004
5. Cásedas G., Les F., Gómez-Serranillos M.P., Smith C., López V. Anthocyanin profile, antioxidant activity and enzyme inhibiting properties of blueberry and cranberry juices: a comparative study // *Food Funct.* 2017. Vol. 8, N 11. P. 4187–4193. doi: 10.1039/c7fo01205e
6. Bohn T. Dietary factors affecting polyphenol bioavailability // *Nutr. Rev.* 2014. Vol. 72, N 7. P. 429–452. doi: 10.1111/nure.12114
7. Roopchand D.E., Grace M.H., Kuhn P. et al. Efficient sorption of polyphenols to soybean flour enables natural fortification of foods // *Food Chem.* 2012. Vol. 131, N 4. P. 1193–1200. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.09.103
8. Petrov N.A., Sidorova Y.S., Sarkisyan V.A. et al. Complex of polyphenols sorbed on buckwheat flour as a functional food ingredient // *Food Raw Materials.* 2018. Vol. 6, N 2. P. 334–341. doi: 10.21603/2308-4057-2018-2-334-341
9. Мазо В.К., Петров Н.А., Саркисян В.А., Кочеткова А.А. Взаимодействие полифенолов пищи с белками: перспективы диетотерапии метаболического синдрома и сахарного диабета 2-го типа // *Пробл. эндокринолог.* 2018. Т. 64, № 4. С. 252–257. doi: 10.14341/probl8774
10. Kreft M. Buckwheat phenolic metabolites in health and disease // *Nutr. Res. Rev.* 2016. Vol. 29, N 1. 30–39. doi: 10.1017/S0954422415000190
11. Huang W., Yao L., He X. et al. Hypoglycemic activity and constituents analysis of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit extracts // *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 2018. Vol. 11. P. 357–366. doi: 10.2147/DMSO.S166728
12. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище Р 4.1.1672-03. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 240 с.

References

1. Bharat D., Cavalcanti R.R.M., Petersen C. et al. Blueberry metabolites attenuate lipotoxicity-induced endothelial dysfunction. *Mol Nutr Food Res.* 2018; 62 (2). doi: 10.1002/mnfr.201700601
2. Vendrame S., Zhao A., Merrow T., Klimis-Zacas D. The effects of wild blueberry consumption on plasma markers and gene expression related to glucose metabolism in the obese Zucker rat. *J Med Food.* 2015; 18 (6): 619–24. doi: 10.1089/jmf.2014.0065
3. Mazo V.K., Sidorova Yu.S., Shipelin V.A., Petrov N.A., Kochetkova A.A. Polyphenolic plant extracts: effects on disorders of carbohydrate and lipid metabolism in laboratory animals. *Problemy endokrinologii [Problems of Endocrinology].* 2016; 62 (4): 38–44. doi: 10.14341/probl201662438-44 (in Russian)
4. Wu Y., Zhou Q., Chen X.Y., et al. Comparison and screening of bioactive phenolic compounds in different blueberry cultivars: Evaluation of anti-oxidation and α -glucosidase inhibition effect. *Food Res Int.* 2017; 100 (Pt 1): 312–24. doi: 10.1016/j.foodres.2017.07.004
5. Cásedas G., Les F., Gómez-Serranillos M.P., Smith C., López V. Anthocyanin profile, antioxidant activity and enzyme inhibiting properties of blueberry and cranberry juices: a comparative study. *Food Funct.* 2017; 8 (11): 4187–93. doi: 10.1039/c7fo01205e
6. Bohn T. Dietary factors affecting polyphenol bioavailability. *Nutr Rev.* 2014; 72 (7): 429–52. doi: 10.1111/nure.12114
7. Roopchand D.E., Grace M.H., Kuhn P., et al. Efficient sorption of polyphenols to soybean flour enables natural fortification of foods. *Food Chem.* 2012; 131 (4): 1193–200. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.09.103
8. Petrov N.A., Sidorova Y.S., Sarkisyan V.A., et al. Complex of polyphenols sorbed on buckwheat flour as a functional food ingredient. *Food Raw Materials.* 2018; 6 (2): 334–41. doi: 10.21603/2308-4057-2018-2-334-341
9. Mazo V.K., Petrov N.A., Sarkisyan V.A., Kochetkova A.A. The interaction of food polyphenols with proteins: prospects for diet therapy of metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Problemy endokrinologii [Problems of Endocrinology].* 2018; 64 (4): 252–7. doi: 10.14341/probl8774 (in Russian)
10. Kreft M. Buckwheat phenolic metabolites in health and disease. *Nutr Res Rev.* 2016; 29 (1): 30–9. doi: 10.1017/S0954422415000190
11. Huang W., Yao L., He X., et al. Hypoglycemic activity and constituents analysis of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit extracts. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2018; 11: 357–66. doi: 10.2147/DMSO.S166728
12. Guidance on methods for monitoring the quality and safety of dietary supplements R 4.1.1672-03. Moscow: Federal'nyy tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004: 240 p. (in Russian)

Для корреспонденции

Наприс Жанна Сергеевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры тылового обеспечения уголовно-исполнительной системы ФКОУ ВО «Академия ФСИН России»
 Адрес: 390000, Россия, г. Рязань, ул. Сенная, д. 1
 Телефон: (4912) 93-82-04
 E-mail: latlas@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0479-4325>

Наприс Ж.С.¹, Егорушкина Ю.С.¹, Чугунова Г.Н.²

Особенности лечебного питания больных анемией в пенитенциарных учреждениях

Features of clinical nutrition of patients with anemia in penitentiary institutions

Napris Zh.S.¹, Egorushkina Yu.S.¹, Chugunova G.N.²

- ¹ ФКОУ ВО «Академия ФСИН России», Рязань, Россия
- ² ФКУЗ «МСЧ МВД России по Рязанской области», Рязань, Россия
- ¹ Academy of Law Management of the Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan, Russia
- ² Medical Sanitary Part of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in the Ryazan Region, Ryazan, Russia

Проблема психологического и соматического здоровья осужденных имеет большое социальное значение для общества. Одним из факторов, непосредственно влияющих на него, является питание. В целях соблюдения прав и законных интересов данной категории лиц в Российской Федерации в настоящее время выделяют различные нормы питания в зависимости от пола, возраста, состояния здоровья, условий труда и др.

Цель работы – оценить лечебное питание осужденных больных анемией, отбывающих наказание в местах лишения свободы.

Материал и методы. Проведен анализ более 100 еженедельных раскладок продуктов исправительных учреждений ФСИН России, по которым было организовано питание более 39 000 осужденных, в том числе 2000 больных анемией.

Результаты и обсуждение. В ходе анализа было выявлено, что энергетическая ценность рациона питания для мужчин осужденных варьировала от 3900 до 4200 ккал/сут, а для женщин – от 3400 до 3900 ккал/сут, что соответствует физиологическим потребностям в энергии и пищевых веществах. При этом на законодательном уровне для больных анемией осужденных, находящихся на стационарном лечении в учреждениях ФСИН России, вне зависимости от места содержания, выделены отдельные повышенные нормы питания. В ходе сравнительного анализа рационов лечебного питания, применяемых для больных осужденных и лиц, находящихся в медицинских организациях России, были выявлены различия не только по количеству наименований продуктов, но и по суточной норме потребления. Энергетическая ценность рационов больных анемией составляет 3200 ккал/сут для лиц, находящихся в медицинских организациях, и 3180 ккал/сут для осужденных, содержащихся в учреждениях уголовно-исполнительной системы. В качестве рекомендаций необходимо отметить выдачу

Для цитирования: Наприс Ж.С., Егорушкина Ю.С., Чугунова Г.Н. Особенности лечебного питания больных анемией в пенитенциарных учреждениях // Вopr. питания. 2019. Т. 88, № 6. С. 73–79. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10067

Статья поступила в редакцию 15.03.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Napris Zh.S., Egorushkina Yu.S., Chugunova G.N. Features of clinical nutrition of patients with anemia in penitentiary institutions. Vopr. pitaniia [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): С. 73–9. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10067 (in Russian)

Received 15.03.2019. **Accepted** 19.11.2019.

осужденным 150 мл молока в натуральном виде на полдник или второй завтрак, отдельно от рыбы, выдаваемой на ужин, а также использование в рационах питания нежирных молочных продуктов.

Заключение. Несмотря на различия в нормах питания больных анемией осужденных и пациентов медицинских организаций, общий баланс белков, углеводов, жиров и минеральных веществ практически идентичен и рационален.

Ключевые слова: лечебное питание, осужденные, продовольственное обеспечение, уголовно-исполнительная система

The problem of psychological and somatic health of convicts is very important for society. Nutrition is one of the factors directly affecting it. In order to respect the rights and legitimate interests of this category of persons in the Russian Federation nowadays, various nutritional standards are distinguished depending on gender, age, health, working conditions, etc.

The aim of the work was to evaluate the clinical nutrition of convicted patients with anemia sentenced to imprisonment.

Material and methods. An analysis of more than 100 weekly layouts of the products of correctional institutions of the Federal Penitentiary Service of Russia was conducted, according to which meals were organized for more than 39,000 convicts, including 2,000 convicts suffering from anemia.

Results and discussion. The analysis revealed that the energy value of the diet for men convicted ranged from 3900 to 4200 kcal/day, and for women – from 3400 to 3900 kcal/day, which corresponded to the physiological needs for energy and nutrients. At the same time, at the legislative level, special elevated nutritional standards have been identified for convicted anemia patients who are in-patient treatment in institutions of the Federal Penitentiary Service, regardless of the place of detention. In the course of a comparative analysis of the diets of medical nutrition used for sick inmates and persons in medical organizations of Russia, differences were revealed not only in the number of items of food, but also in the daily consumption rate. The energy value of the diets of patients with anemia is 3200 kcal/day for persons in medical institutions, and 3180 kcal/day for prisoners held in prisons. As recommendations, it should be noted that it is advisable for convicts to be given 150 ml of natural milk for an afternoon snack or lunch, separately from the fish served for dinner, as well as the expediency of using low-fat dairy products in diets.

Conclusion. Despite the differences in the nutritional standards of patients with anemia among convicts and patients at large, the overall balance of protein, carbohydrate, fat and mineral is almost identical, balanced and rational.

Keywords: clinical nutrition, convicts, food provision, the penitentiary system

Проблема психологического и соматического здоровья осужденных имеет большое социальное значение для общества. Правильная оценка факторов, влияющих на здоровье осужденных, их готовность к ресоциализации и социальной адаптации является одним из ключевых элементов, определяющих формат вмешательства, необходимого для сохранения и укрепления здоровья осужденных, содержащихся в местах лишения свободы.

Тем временем изоляция от общества предполагает определенную дезадаптацию, которая может усугубляться различными заболеваниями. В этой ситуации одной из важнейших задач является сохранение и укрепление здоровья человека, находящегося в ситуации вынужденной изоляции.

Таким образом, в соответствии с действующим законодательством государство в лице органов власти ФСИН России должно обеспечить за счет бюджетных средств такие условия содержания для осужденных, которые позволят им не только исправляться, но и сохранить здоровье или улучшить его. Кроме того, мини-

мальные стандартные правила Организации Объединенных Наций в отношении обращения с заключенными («Правила Нельсона Манделы») определяют, что государство в лице администрации учреждений уголовно-исполнительной системы (УИС) должно обеспечивать осужденных пищей, необходимой им для поддержания сил и здоровья, вкусной, качественно приготовленной и красиво поданной к столу. Таким образом, питание рассматривается как некое социальное право осужденных на достаточный уровень жизни, в том числе и в процессе нахождения их в учреждениях УИС.

Несмотря на то что изучению вопросов питания осужденных, подозреваемых и обвиняемых уделяется внимание [1, 2], анализ лечебного питания спецконтингента учреждений УИС, больного анемией, не проводился. При этом в целом ряде работ рассмотрены как вопросы продовольственного обеспечения [1, 2], так и профилактики [3–5] и лечения [6–8] больных анемией в России.

Цель работы – оценить лечебное питание осужденных больных анемией, отбывающих наказание в местах лишения свободы.

Материал и методы

Проведен анализ рационов питания осужденных, содержащихся в местах лишения свободы: проанализированы более 100 еженедельных раскладок продуктов исправительных учреждений ФСИН России, по которым было организовано питание более 39 000 осужденных, в том числе 2000 осужденных, больных анемией, который показал соответствие набора и объема продуктов требованиям норм питания, утвержденным действующим законодательством. Выполнен сравнительный анализ норм питания осужденных мужчин и женщин (постановление Правительства РФ от 11.04.2005 № 205 «О минимальных нормах питания и материально-бытового обеспечения осужденных к лишению свободы, а также о нормах питания и материально-бытового обеспечения подозреваемых и обвиняемых в совершении преступлений, находящихся в следственных изоляторах Федеральной службы исполнения наказаний, в изоляторах временного содержания подозреваемых и обвиняемых органов внутренних дел Российской Федерации и пограничных органов федеральной службы безопасности, лиц, подвергнутых административному аресту, задержанных лиц в территориальных органах Министерства внутренних дел Российской Федерации на мирное время»). Нормы питания осужденных, больных анемией (приложение 5 к приказу Минюста России от 17.09.2018 № 189 «Об установлении повышенных норм питания, рационов питания и норм замены одних продуктов питания другими, применяемых при организации питания осужденных, а также подозреваемых и обвиняемых в совершении преступлений, находящихся в учреждениях Федеральной службы исполнения наказаний, на мирное время»), сравнивали с рекомендуемыми нормами питания больных анемией, находящихся в медицинских организациях (приказ Минздрава России от 05.08.2003 № 330 «О мерах по совершенствованию лечебного питания в лечебно-профилактических учреждениях Российской Федерации» (вместе с Положением об организации деятельности врача-диетолога, Положением об организации деятельности медицинской сестры диетической, Положением о Совете по лечебному питанию лечебно-профилактических учреждений, Инструкцией по организации лечебного питания в лечебно-профилактических учреждениях и приказом Минздрава России от 21.06.2013 № 395н «Об утверждении норм лечебного питания»). Исследовано соответствие энергетической ценности норм питания осужденных и действующих норм в соответствии с физиологическими потребностями.

Результаты и обсуждение

В целях соблюдения прав и законных интересов данной категории лиц в Российской Федерации в настоящее время (2018 г.) выделяют различные нормы питания осужденных в зависимости от пола, возраста,

состояния здоровья, условий труда и др. Кроме того, в случае отказа осужденных от положенной им пищи и возникновения угрозы для их жизни по медицинским показаниям выделяется еще один вид продовольственного обеспечения, такой как принудительное питание. Для категории осужденных, не имеющих проблем со здоровьем, инвалидности и прочих условий, определена минимальная норма питания, которая в свою очередь подразделяется на нормы для мужчин и для женщин. Перечень продуктов, входящих в рацион питания спецконтингента, достаточно широк и включает различные виды мяса, круп, овощей, хлеба, рыбу, макаронные изделия, яйца, молоко и др.

Основные различия в минимальных нормах питания в сутки по гендерному признаку представлены на рис. 1 и включают нормы по хлебу из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной 1-го сорта, крупы разной, маргариновой продукции, соли поваренной пищевой и картофеля. Количество данных продуктов сокращено по различным позициям для женщин, отбывающих наказание в виде лишения свободы. Так, в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах минимальное количество энергии, необходимое для осуществления жизненно важных процессов у женщин, зависит от множества факторов, в том числе возраста, пола, массы тела и других и составляет в среднем на 15% меньше, чем у мужчин: от 1800 до 3050 ккал/сут для женщин против 2100–4200 ккал/сут для мужчин (МР 2.3.1.2432-08. 2.3.1. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации).

Результаты исследования энергетической ценности раскладок продуктов показали, что по минимальной норме для мужчин осужденных она варьировала от 3900 до 4200 ккал/сут, а для женщин – от 3400 до 3900 ккал/сут (например, типовая раскладка продуктов составлялась с учетом применения для крупы разной крупы перловой; мяса – говядины 1-й категории; мяса птицы – куры 1-й категории; рыбы – минтая охлажденного или мороженого; масла растительного – масла подсолнечного рафинированного; молока – молока цельного пастеризованного 2,5%; овощей – свежего картофеля, капусты, моркови, свеклы, лука; яйца – яиц куриных 1-й категории, при этом энергетическая ценность рациона для мужчин составила 3956 ккал/сут, для женщин – 3609 ккал/сут), что покрывает физиологические потребности в энергии.

В 2019 г. была создана и внедрена в деятельность практических органов ФСИН России автоматизированная информационная система «Интендант», осуществляющая составление раскладок продуктов питания для каждой категории питающихся по нормам питания; анализ правильности их составления по требованиям нормативных документов; составление отчетных документов, а также накопление в базе данных составленных раскладок пищевых продуктов и технологических карт для использования во всех учреждениях УИС.

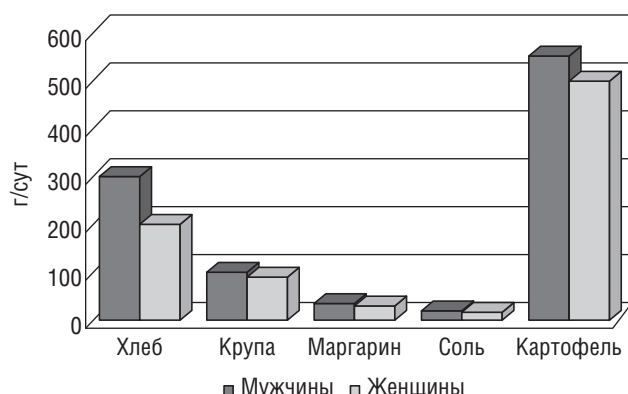


Рис. 1. Различия в минимальных нормах питания осужденных по гендерному признаку

Однако в учреждениях УИС отбывают наказание лица, страдающие рядом заболеваний, для которых необходим специальный рацион питания. Так, в стратегиях лечебных мероприятий при ряде заболеваний занимает диетическая терапия с адекватным обеспечением энергетических и пластических потребностей организма, коррекцией метаболических нарушений и факторов риска развития сопутствующей патологии.

В настоящее время на законодательном уровне выделены повышенные нормы питания для больных осужденных, находящихся на стационарном лечении в учреждениях Федеральной службы исполнения наказаний, на амбулаторном лечении по поводу язвенной болезни, злокачественных новообразований, дистрофии, авитаминоза, анемии, сахарного диабета; ВИЧ-инфекцией вне зависимости от места содержания; наблюдающихся по поводу туберкулеза 0, I, II, III, V групп диспансерного учета вне зависимости от места содержания; наблюдающихся по поводу туберкулеза IV группы диспансерного учета, на период проведения химиотерапии вне зависимости от места содержания; сахарным диабетом вне зависимости от места содержания; страдающим психическими расстройствами, находящимся на лечении в психиатрических больницах (отделениях), во время проведения инсулиношоковой терапии.

Для данных категорий питающихся в учреждениях УИС по заключению врача устанавливается лечебное диетическое питание в соответствии с повышенными нормами, указанными в приложении 5 приказа Минюста России от 17.09.2018 № 189 «Об установлении повышенных норм питания, рационов питания и норм замены одних продуктов питания другими, применяемых при организации питания осужденных, а также подозреваемых и обвиняемых в совершении преступлений, находящихся в учреждениях Федеральной службы исполнения наказаний, на мирное время». Правильно подобранное лечебное питание усиливает действие терапевтических средств, способствует выздоровлению осужденных и препятствует переходу заболевания в хроническую форму.

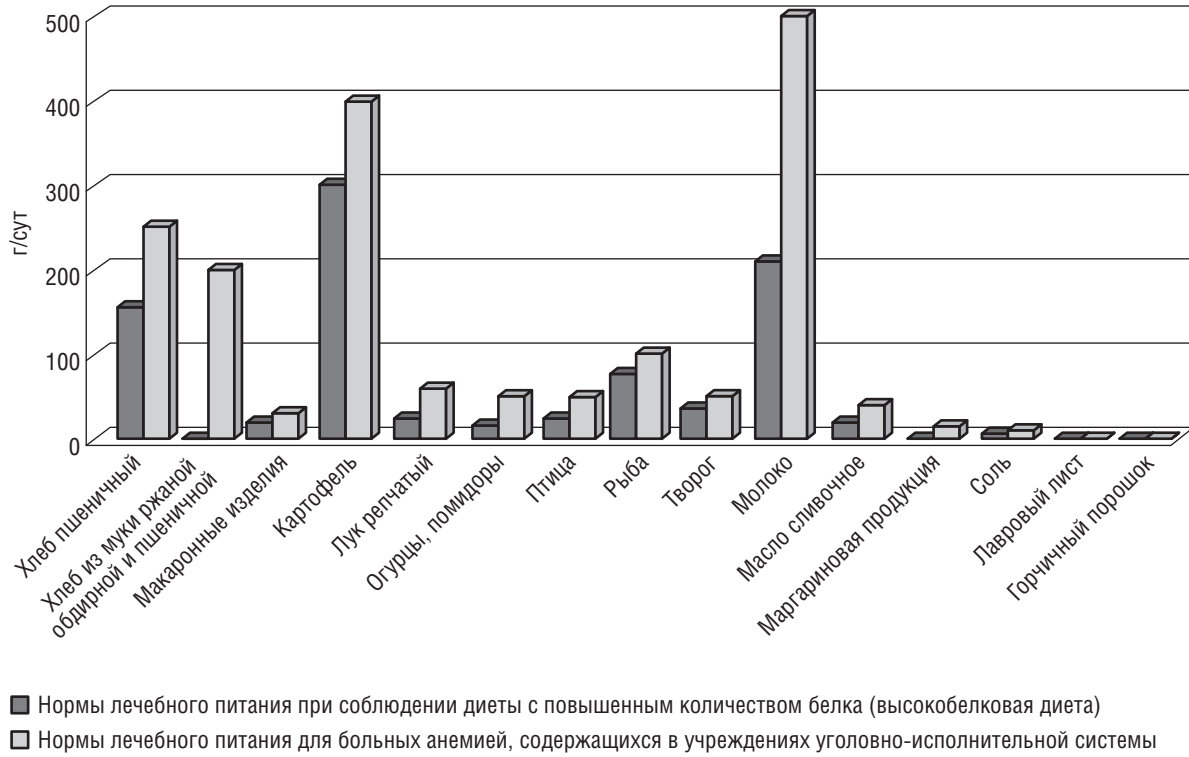
Для осужденных, подозреваемых и обвиняемых устанавливались диеты номерной системы, которые подразделялись на 15 видов в зависимости от заболеваний. В настоящее время в соответствии с действующим законодательством осужденным, подозреваемым и обвиняемым в зависимости от стадии, степени тяжести болезни или осложнений со стороны различных органов и систем по заключению врача предоставляется лечебное питание по стандартной диете, высокобелковой диете, низкобелковой диете, диете с механическим и химическим щажением, высокобелковой диете для больных туберкулезом, низкокалорийной диете. Однако кроме правильного подбора перечня продуктов в лечебных диетах для спецконтингента важно соблюдать технологию кулинарной обработки, температуру пищи при употреблении, время приема пищи и количество таких приемов.

Одной из категорий довольствующихся, на излечение которых существенным образом влияют вышеперечисленные факторы, являются больные осужденные, страдающие анемией. Результаты сравнения норм лечебного питания, применяемых для больных осужденных и лиц, находящихся в медицинских организациях, представлены на рис. 2.

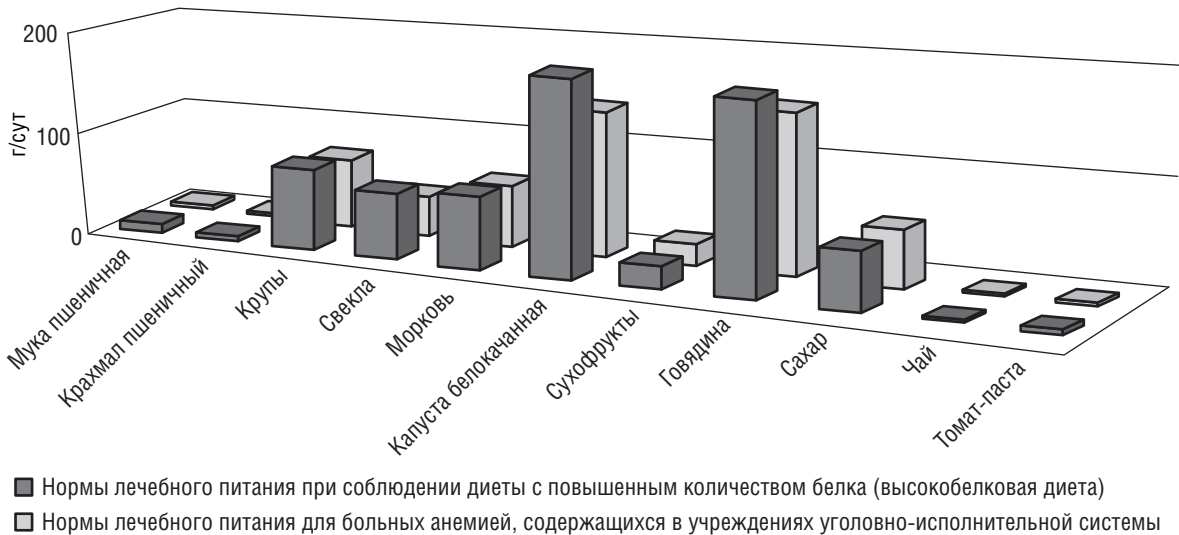
Как показано на рис. 2А, рационы лечебного питания, применяемые для больных осужденных и лиц, находящихся в медицинских организациях России, различны не только по количеству наименований продуктов, но и по суточной норме довольствия. Так, осужденным больным анемией в отличие от норм медицинских организаций выдается хлеб из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной 1-го сорта, маргариновая продукция, лавровый лист, горчичный порошок, а таких продуктов, как хлеб пшеничный, на 67% больше, макаронные изделия – на 50%, картофель – на 33%, лук – на 150%, огурцы и помидоры – на 229%, мясо птицы – на 100%, рыба – на 29%, творог – на 40%, молоко – на 137%, масло сливочное – на 100%, соль – на 67%.

При этом нормы питания лиц, находящихся в медицинских организациях России, также имеют отличия от норм питания осужденных в сторону увеличения (см. рис. 2Б). В их рационе предусмотрено использование некоторых других овощей (кабачки, баклажаны, перец сладкий, капуста цветная, капуста брокколи, тыква, фасоль зеленая стручковая, овощи соленые и маринованные, зелень, овощи консервированные) и свежих фруктов, хлеба ржаного, колбасы вареной, сосисок, сыра, кисломолочных напитков, сметаны, кофе, какао, желатина, дрожжей прессованных, а таких продуктов, как говядина, на 18% больше, капуста белокочанная – на 34%, свекла – на 62%, морковь – 17%, крупы – на 14%, сухофрукты – на 36%, мука пшеничная – на 100%, сахар – на 11%, крахмал картофельный – на 400%, томат-паста – на 67%, чай – на 100%.

На основе анализа данных литературы [9, 10] становится очевидно, что в рационе питания больных анемией должно содержаться достаточное количество белка, причем животного происхождения, который увеличи-



А



Б

Рис. 2. Отличие норм питания больных, содержащихся в учреждениях уголовно-исполнительной системы, от норм для больных, находящихся в медицинских организациях

ваит усвояемость железа организмом. На основе приведенных данных можно констатировать, что в рационе питания осужденных, содержится большее количество белковых продуктов, таких как мясо птицы, рыба, творог, молоко. При этом белковые продукты в рационе питания лиц, находящихся в медицинских организациях, представлены в более широком спектре, нежели для осужденных, в виде сыра, кисломолочных напитков, сметаны, говядины. Однако необходимо отметить, что кальций, необходимый данной категории больных, получаемый ими из широкого спектра молочных продуктов,

может затруднять усвоение железа. В связи с этим оптимальным можно считать распределение отраженных в раскладках продуктов по приемам пищи, предусматривающее выдачу мяса и рыбы на обед и ужин, а молока, творога и сливочного масла на завтрак для больных анемией осужденных. В качестве рекомендаций необходимо отметить выдачу осужденным 150 мл молока в натуральном виде на полдник или второй завтрак, отдельно от рыбы, выдаваемой на ужин, а также использование в рационах питания нежирных молочных продуктов [3, 8, 11].

Кроме того, для поддержания нормального уровня кроветворения в рационах питания больных анемией должны присутствовать витамины и микроэлементы, которые содержатся в том числе в крупах, овощах и в различных видах зелени. Как видно из приведенного анализа, в наборах овощей и зелени существуют различия в нормах питания осужденных и лиц, находящихся в медицинских организациях. Так, осужденным выдают больше картофеля, лука, огурцов и помидоров, а больным анемией, не отбывающим наказание, различных овощей (кабачков, баклажанов, перца сладкого, капусты цветной и капусты брокколи, тыквы, фасоли зеленой стручковой), овощей соленых и маринованных, зелени, овощей консервированных, свеклы, моркови, капусты белокочанной. При этом необходимо отметить, что осужденным в соответствии с действующим законодательством также могут выдавать в счет замены определенных продуктов различные виды консервированных, квашеных, маринованных и других видов овощей и зелени по заключению медицинского работника. Администрация учреждений УИС при организации питания больных анемией осужденных стремится обеспечить круглогодичное доведение свежих овощей и зелени до лиц, состоящих на довольствии.

В качестве гарниров для мясных и рыбных блюд врачи рекомендуют использовать крупы и макаронные изделия, которые представлены в достаточном количестве в анализируемых рационах питания.

Кроме того, необходимо отметить, что чай снижает усвоение железа, так необходимого больным анемией.

В связи с этим различия норм питания осужденных и лиц, находящихся в медицинских организациях, свидетельствуют в пользу сбалансированности рационов спецконтингента, находящегося в учреждениях УИС.

Заключение

Подводя итог, хотелось бы отметить, что рекомендуемая энергетическая ценность рационов по медицинским показаниям для больных анемией варьирует в пределах 3000–3500 ккал/сут и составляет 3200 ккал/сут для лиц, находящихся в медицинских организациях, и 3180 ккал/сут для осужденных, содержащихся в учреждениях УИС. Таким образом, несмотря на различия в нормах питания больных анемией осужденных и больных, находящихся на свободе, общий баланс белков, углеводов, жиров и минеральных элементов в пищевых продуктах и блюдах практически идентичен. При этом индивидуальный подход к больным осужденным в рамках норм питания позволяет обеспечивать энергетические и пластические потребности организма, корректировать метаболические нарушения, укреплять психологическое и соматическое здоровье осужденных, что способствует их ресоциализации и социальной адаптации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Сведения об авторах

Наприс Жанна Сергеевна (Napris Zhanna S.) – кандидат экономических наук, доцент кафедры тылового обеспечения уголовно-исполнительной системы ФКОУ ВО «Академия ФСИН России» (Рязань, Россия)

E-mail: latlas@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0479-4325>

Егорушкина Юлия Сергеевна (Egorushkina Yulia S.) – кандидат психологических наук ФКОУ ВО «Академия ФСИН России» (Рязань, Россия)

E-mail: el_suon@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2923-9969>

Чугунова Галина Николаевна (Chugunova Galina N.) – начальник поликлиники ФКУЗ «МСЧ МВД России по Рязанской области» (Рязань, Россия)

E-mail: chugunova_galina@mail.ru

Литература

- Седых В.А., Родионов А.В. Обеспечение продовольственной безопасности в процессе формирования и реализации современной уголовно-исполнительной политики // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2017. № 11 (186). С. 35–51.
- Кибиров А.Я., Новожилова Ж.С. Особенности продовольственного обеспечения учреждений пенитенциарной системы // Агропродовольственная политика России. 2017. № 7 (67). С. 13–18.
- Глаголева О.Н. Экспериментальные исследования эффективности первичной профилактики анемий, связанных с питанием // Вопр. питания. 2018. Т. 87, № 55. С. 253–254.
- Wirth J.P., Petty N., Woodruff B.A., Rohner F., Rajabov T., Shafique N.B. et al. Micronutrient deficiencies, over- and under-nutrition, and their contribution to anemia in azerbaijani preschool children and non-pregnant women of reproductive age // *Nutrients*. 2018. Vol. 10, N 10. Article ID 1483.
- Дубцов Г.Г., Кусова И.В., Дубцова Г.Н., Богданов А.Р., Дербенева С.А., Вадовский И.К. и др. Хлебобулочные изделия в профилактике железодефицитной анемии // *Вопр. диетологии*. 2019. Т. 9, № 1. С. 5–10.
- Sandner F. Treatment of IBD-associated iron deficiency anemia with oral ferric maltol // *J. Pharmakol. Ther.* 2017. Vol. 26, N 3. P. 86–87.
- Стуклов Н.И., Митченкова А.А. Анемия и дефицит железа. Глобальные проблемы и алгоритмы лечения // *Терапия*. 2018. № 6 (24). С. 147–156.

8. Иванов С.В., Хорошилов И.Е., Ткаченко Е.И., Ситкин С.И., Храброва М.В. Нутриционные факторы развития анемии при язвенном колите // Экспер. и клин. гастроэнтерол. 2016. № 8 (132). С. 19–25.
9. Mücke V., Mücke M.M., Raine T., Bettenworth D. Diagnosis and treatment of anemia in patients with inflammatory bowel disease // *Ann. Gastroenterol.* 2017. Vol. 30, N 1. P. 15–22.
10. Кенгесбаева М.С., Реймова М.К. Нарушение рационального питания как один из ведущих факторов развития железодефицитной анемии беременных // Молодой ученый. 2017. № 5 (139). С. 78–79.
11. Montandon S.V., Fajt M.L., Petrov A.A. A safe and novel desensitization protocol with ferric carboxymaltose to treat iron deficiency anemia // *Curr. Drug Saf.* 2016. Vol. 11, N 2. P. 145–148.

References

1. Sedykh V.A., Rodionov A.V. Ensuring food security in the process of formation and implementation of modern criminal Executive policy. *Vedomosti ugovolno-ispolnitel'noy sistemy [Sheets of the Criminal Executive System]*. 2017; 11 (186): 35–51. (in Russian)
2. Kibirov A.Ya., Novozhilova Zh.S. Features of food supply of penitentiary institutions. *Agroproduktov'stvennaya politika Rossii [Agro-Food Policy of Russia]*. 2017; 7 (67): 13–8. (in Russian)
3. Glagoleva O.N. Experimental studies of the effectiveness of primary prevention of anemia associated with nutrition. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2018; 87 (S5): 253–4. (in Russian)
4. Wirth J.P., Petry N., Woodruff B.A., Rohner F., Rajabov T., Shafique N.B., et al. Micronutrient deficiencies, over- and under-nutrition, and their contribution to anemia in azerbaijani preschool children and non-pregnant women of reproductive age. *Nutrients*. 2018; 10 (10): 1483.
5. Dubtsov G.G., Kusova I.U., Dubtsova G.N., Bogdanov A.R., Derbeneva S.A., Vadovskiy I.K., et al. Bakery products in the prevention of iron deficiency anemia. *Voprosy dietologii [Problems of Dietology]*. 2019; 9 (1): 5–10. (in Russian)
6. Sandner F. Treatment of IBD-associated iron deficiency anemia with oral ferric maltol. *J Pharmakol Ther.* 2017; 26 (3): 86–7.
7. Stuklov N.I., Mitchenkova A.A. Anemia and iron deficiency. *Global problems and treatment algorithms. Terapiya [Therapy]*. 2018; 6 (24): 147–56. (in Russian)
8. Ivanov S.V., Horoshilov I.E., Tkachenko E.I., Sitkin S.I., Khrabrova M.V. Nutritional factors of anemia in ulcerative colitis. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya [Experimental and Clinical Gastroenterology]*. 2016; 8 (132): 19–25. (in Russian)
9. Mücke V., Mücke M.M., Raine T., Bettenworth D. Diagnosis and treatment of anemia in patients with inflammatory bowel disease. *Ann Gastroenterol.* 2017; 30 (1): 15–22.
10. Kengesbaeva M.S., Rejmova M.K. Violation of rational nutrition as one of the leading factors in the development of iron deficiency anemia in pregnant women. *Molodoy ucheniy [Young Scientist]*. 2017; 5 (139): 78–9. (in Russian)
11. Montandon S.V., Fajt M.L., Petrov A.A. A safe and novel desensitization protocol with ferric carboxymaltose to treat iron deficiency anemia. *Curr Drug Saf.* 2016; 11 (2): 145–8.

Для корреспонденции

Лапик Ирина Александровна – кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения профилактической и реабилитационной диетологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»

Адрес: 115446, Россия, г. Москва, Каширское шоссе, д. 21
Телефон: (499) 613-17-72

E-mail: lapik_inbox.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0963-0792>

Лапик И.А., Гаппарова К.М., Чехонина Ю.Г.

Оценка эффективности диетотерапии с модификацией белкового компонента у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена

Efficiency estimation of diet therapy with protein component modification in patients with obesity and purine metabolism disorder

Lapik I.A., Gapparova K.M., Chehonina Yu.G.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия
Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Разработка персонализированного подхода к диетотерапии пациентов с ожирением и гиперурикемией, направленного на повышение эффективности лечения данной категории пациентов, является актуальной задачей.

Цель работы – оценка влияния диетотерапии с модификацией белкового компонента на показатели состава тела и биохимические показатели у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена.

Материал и методы. Проведено рандомизированное контролируемое исследование, в которое были включены 50 пациентов (средний возраст $46,9 \pm 2,5$ года) с ожирением и нарушением пуринового обмена, разделенных на 2 группы по 25 человек. В течение 2 нед пациенты 1-й группы получали основной вариант стандартной диеты с пониженной калорийностью (1730 ккал, содержание белка – 87,4 г, жиров – 61,4 г, углеводов – 207 г), а 2-й группы – персонализированный вариант диеты (2125 ккал, содержание белка – 100,2 г, жиров – 75,9 г, углеводов – 260 г) с модификацией белкового компонента: содержание белка не менее 90 г/сут, ограничение в рационе продуктов животного происхождения, богатых пуринами.

Результаты. На фоне диетотерапии снижение содержания жировой массы у пациентов 1-й группы в среднем составило 4,4%, площади висцерального жира – 8,6% ($p < 0,05$); у пациентов 2-й группы – соответственно 6,9 и 9,1% ($p < 0,05$). У пациентов 1-й группы на фоне лечения наблюдалось статистически значимое снижение мышечной массы тела, составившее 3,9% ($p < 0,05$), а у пациентов 2-й группы на фоне персонализированной диетотерапии отмечалось незначительное снижение мышечной массы тела, в среднем на 1,5%. На фоне лечения у пациентов обеих групп наблюдалось улучшение ряда показателей липидного и углеводного обмена в виде статистически значимого снижения уровней глюкозы, общего холестерина, липопротеинов низкой плотности, триглицеридов

Для цитирования: Лапик И.А., Гаппарова К.М., Чехонина Ю.Г. Оценка эффективности диетотерапии с модификацией белкового компонента у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена // *Вопр. питания*. 2019. Т. 88, № 6. С. 80–87. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10068

Статья поступила в редакцию 10.08.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Lapik I.A., Gapparova K.M., Chehonina Yu.G. Efficiency estimation of diet therapy with protein component modification in patients with obesity and purine metabolism disorder. *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): 80–7. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10068 (in Russian)
Received 10.08.2019. **Accepted** 19.11.2019.

в сыворотке крови соответственно на 18,2–19,1; 23,2–23,6; 24,2–25,0 и 28,5–30,4%. Однако на фоне диетотерапии у пациентов 1-й группы незначительно снизилась концентрация мочевой кислоты в сыворотке крови (в среднем на 7,6%), а у пациентов 2-й группы было отмечено статистически значимое снижение уровня мочевой кислоты – в среднем на 12,5% ($p < 0,05$).

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о необходимости персонализированной коррекции диет с модификацией белкового компонента у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена, что позволит предотвратить развитие и прогрессирование сопутствующих ожирению осложнений.

Ключевые слова: ожирение, гиперурикемия, диета, персонализация

The development of a personalized nutritional approach to diet therapy for patients with obesity and hyperuricemia, aimed at increasing the treatment effectiveness of these patients, is an urgent task.

The aim: to assess the impact of nutritional approach with a modification of the protein component on body composition and biochemical parameters in patients with obesity and purine metabolism disorder.

Material and methods. A randomized controlled trial was conducted, and included 50 patients (average age 46.9 ± 2.5 years) with obesity and purine metabolism disorder. All patients were divided into two groups of 25 people. Within 2 weeks patients of group 1 received the main version of a standard low-calorie diet (1730 kcal, protein – 87.4 g, fat – 61.4 g, carbohydrates – 207 g). Group 2 received a personalized version of the diet (2125 kcal, protein – 100.2 g, fat – 75.9 g, carbohydrate – 260 g) with the modification of the protein component: protein content of at least 90 g per day, restriction of animal products containing a high purine load.

Results and discussion. During diet therapy the decrease in fat mass in group 1 patients averaged 4.4%, visceral fat area – 8.6% ($p < 0.05$) and in patients of group 2 – 6.9 and 9.1% respectively ($p < 0.05$). During treatment a significant decrease in muscle mass was observed in group 1 at average 3.9% ($p < 0.05$), and in group 2 on the basis of personal nutritional approach there was a slight decrease in muscle mass at average of 1.5%. After treatment patients of the two groups showed improvement in a number of indicators of lipid and carbohydrate metabolism: a significant decrease ($p < 0.05$) of glucose, total cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides in blood serum by 18.2–19.1, 23.2–23.6, 24.2–25.0 and 28.5–30.4%. However, patients in group 1 showed a slight decrease in uric acid in blood serum at average 7.6%, and patients in group 2 who received a personal nutritional approach with a modification of the protein component showed a significant decrease in uric acid at average of 12.5% ($p < 0.05$).

Conclusion. The obtained data indicate the need for a personal nutritional approach with a modification of the protein component in patients with obesity and purine metabolism disorder, which will prevent the development and progression of complications associated with obesity.

Keywords: obesity, hyperuricemia, diet, personal nutritional approach

Рост распространенности ожирения становится общемировой проблемой не только среди взрослого населения, но и среди детей [1]. Ожирение относят к «эпидемии» XXI века, так как, по данным Всемирной организации здравоохранения, избыточную массу тела имеют до 30% жителей нашей планеты; в США – более 50% населения; в Швейцарии, Болгарии, Италии, Франции, Испании – 20%; в Германии, Финляндии, Великобритании – 30% [2]. Избыточная масса тела и ожирение играют важную роль в развитии не только метаболического синдрома, артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, желчнокаменной болезни, но и сахарного диабета [3–6]. Нарушения углеводного обмена выявляются у половины пациентов с ожирением. При этом вероятность развития сахарного диабета 2 типа определяется длительностью ожирения и особенностями отложения жировой ткани в организме [7]. При ожирении частота развития артериальной гипертензии

прямо коррелирует с увеличением индекса массы тела. По данным Фрамингемского исследования, увеличение массы тела на 1 кг способствует повышению артериального давления на 1 мм рт.ст. [8]. При ожирении у пациентов часто наблюдаются гипертриглицеридемия и снижение уровня липопротеинов высокой плотности [8]. В ряде исследований показана взаимосвязь между увеличением количества жировой ткани и повышением концентрации мочевой кислоты в сыворотке крови – гиперурикемией [9–11]. Повышение уровня мочевой кислоты связывают не только с увеличенной реабсорбцией натрия в проксимальных почечных канальцах, микроальбуминурией, протеинурией, поражением почек, гипертриглицеридемией, низким содержанием холестерина липопротеидов высокой плотности, гиперинсулинемией, но и с ожирением [12]. Кроме того, пациенты с гиперурикемией чаще имеют связанные с ожирением сопутствующие заболевания, например артериальную гипертен-

Таблица 1. Химический состав и энергетическая ценность примерного дня стандартной диеты с пониженной калорийностью для пациентов с ожирением

Наименование блюда	Выход, г	Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г
<i>Завтрак</i>				
1. Омлет паровой	105/5	9,1	14,3	2,8
2. Салат из моркови и яблок со сметаной	170/10	1,8	1,8	14,1
3. Чай с молоком	130/50	1,4	1,6	2,3
<i>2-й завтрак</i>				
1. Яблоко печеное без сахара	130	0,6	0,6	15,9
2. Сок фруктовый	200	1,0	–	18,2
<i>Обед</i>				
1. Щи вегетарианские без соли со сметаной	250/2,5	2,3	3,0	10,1
2. Мясо отварное	55	18,3	2,5	0,6
3. Свекла тушеная в сметанном соусе с сухой белковой композитной смесью	220	11,7	13,7	23,9
4. Компот без сахара	180	0,6	0,2	14,6
<i>Полдник</i>				
1. Отвар шиповника	200	–	–	–
2. Фрукты свежие	150	0,6	0,6	14,7
<i>Ужин</i>				
1. Биточки мясные паровые	110	19,7	3,3	8,0
2. Горошек зеленый	100	3,2	0,2	6,5
3. Чай с молоком	130/50	1,4	1,6	2,3
<i>На ночь</i>				
Сок фруктовый	200	1,0	–	18,2
<i>Буфетная продукция</i>				
Хлеб ржаной (или с отрубями)	100	6,6	1,2	34,2
Масло растительное	10	–	9,9	–
Итого	–	79,3	54,5	186,4

зию, гипертриглицеридемию и нарушения углеводного обмена [11–14]. Среди методов лечения гиперурикемии наиболее оправданной считается диета с ограничением пуринов [15–17]. Стандартная диетотерапия при повышении уровня мочевой кислоты имеет ряд особенностей, предусматривающих выраженную калорическую редукцию и резкое ограничение белка в рационе, приводящие к активной потере мышечной массы. В настоящее время большой перечень применяемых специализированных пищевых продуктов позволяет модифицировать рационы питания пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена по белковому компоненту, однако нет персонализированного подхода к диетотерапии данной категории пациентов, который будет направлен на повышение эффективности лечения пациентов с ожирением и гиперурикемией с целью профилактики развития и прогрессирования осложнений.

Целью настоящего исследования стала оценка влияния диетотерапии с модификацией белкового ком-

понента на показатели состава тела и биохимические показатели у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена.

Материал и методы

Проведено рандомизированное контролируемое исследование. В условиях стационара в отделении профилактической и реабилитационной диетологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва) обследованы 50 пациентов с ожирением I–III степени и нарушением пуринового обмена (с бессимптомной гиперурикемией) в возрасте от 20 до 65 лет. Обязательными условиями включения пациентов в исследование были подписание информированного согласия, ожирение I–III степени и бессимптомная гиперурикемия. При этом из сопутствующих заболеваний у 35% обследованных была выявлена артериальная гипертензия, у 21% – заболевания желудочно-кишечного тракта, у 12% – нарушения углеводного обмена (нарушенная толерантность к глюкозе и сахарный диабет 2 типа). Наличие хронических заболеваний в стадии обострения, заболеваний почек и возраст более 65 лет были критериями исключения пациентов из исследования.

Пациенты, вошедшие в исследование, были разделены на 2 группы ($n=25$), идентичные по возрасту, полу и степени ожирения. В зависимости от сопутствующих заболеваний пациенты получали симптоматическую терапию: антигипертензивную, антисекреторную и сахароснижающую. В течение 2 нед пациенты 1-й группы получали вариант стандартной диеты с пониженной калорийностью. Среднесуточная энергетическая ценность диеты составила 1730 ккал, содержание белка было 87,4 г, жиров – 61,4 г, углеводов – 207,0 г. Ограничение энергетической ценности стандартной диеты осуществляли преимущественно за счет жиров и углеводов. Исключали добавленные сахара, ограничивали животные жиры. В диету включали продукты, богатые йодом (морская рыба, морская капуста), растительные жиры, пищевые волокна (овощи, фрукты). Пациентов 2-й группы получали персонализированный вариант диеты с модификацией белкового компонента и контролируемым содержанием жиров, углеводов. Энергетическую ценность персонализированного рациона, а также скорость окисления белков, жиров и углеводов для каждого пациента определяли индивидуально методом непрямой калориметрии с использованием стационарного метаболографа «Quark RMR» (COSMED, Италия). При этом редукция калорийности диеты в среднем составляла 500–600 ккал/сут. Среднесуточная энергетическая ценность персонализированного рациона составила 2125 ккал, содержание белка – 100,2 г, жиров – 75,9 г, углеводов – 260,4 г. В персонализированную диету включали продукты с низким содержанием жира, что позволило уменьшить ее калорийность. Содержание белка в персонализированном рационе составляло не менее 90 г/сут (от 18 до

22% суточной калорийности диеты) за счет включения в рацион продуктов как животного, так и растительного происхождения.

Квоту необходимого потребления белка определяли каждому пациенту индивидуально исходя из данных, полученных методом непрямой калориметрии, по результатам которой пациентам требовалось увеличение количества белка в персонализированной диете в сравнении со стандартной диетой с пониженной калорийностью для предотвращения потери мышечной массы на фоне ограничения калорийности рационов питания. Модификацию белкового компонента в персонализированной диете проводили не только по количественному, но и по качественному составу. Ограничивали в рационе продукты животного происхождения, богатые пуринами (преимущественно говядина), за счет увеличения потребления молочных продуктов (сыр, творог, творожная запеканка, кефир). Допускалось включение в рацион питания мяса птицы не более 1 порции в сутки до 3 раз в неделю. Из персонализированного рациона исключали субпродукты (печень, язык, почки), мясные и рыбные консервы, соленую рыбу, а также мясные и рыбные бульоны. Ограничивали потребление продуктов с умеренным содержанием пуринов (бобовые, щавель, цветная капуста, грибы, шпинат). Потребность в углеводах обеспечивали за счет продуктов с невысокой энергетической ценностью и низким гликемическим индексом. При этом практически полностью исключали потребление моно- и дисахаридов.

Химический состав и энергетическая ценность примерного дня стандартной диеты с пониженной калорийностью и персонализированного варианта диеты для пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена представлены в табл. 1 и 2.

При поступлении на лечение в клинику у пациентов оценивали фактическое питание в домашних условиях с использованием компьютерной программы-опросника «Анализ состояния питания человека» (версия 1.2 ГУ НИИ питания РАМН, 2003–2005 гг.), которая автоматически рассчитывает среднесуточную калорийность и химический состав рациона питания больных. Методом биоимпедансометрии на мультимастотном анализаторе «InBody 720» (Biospace, Южная Корея) обследуемым определяли содержание жировой, мышечной массы, общей жидкости и висцерального жира до и после курса диетотерапии. Биохимические показатели в сыворотке крови [общий холестерин, холестерин липопротеинов низкой (ЛПНП) и высокой плотности (ЛПВП), триглицериды, активность аланин- (АЛТ) и аспаратаминотрансферазы (АСТ), мочевины, креатинина, мочевая кислота] определяли на биохимическом анализаторе «KONELAB Prime 60i» (KONELAB Prime 60i, Финляндия).

Для статистической обработки данных использовали программу SPSS Statistics 21.0. Результаты представлены в виде средних величин и стандартной ошибки средней величины ($M \pm m$). Оценивали статистическую значимость различий выборок с использованием непараметрических критериев Манна–Уитни и Вилкоксона, в случае нормального распределения показателей до-

Таблица 2. Химический состав и энергетическая ценность примерного дня персонализированного рациона для пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена

Наименование блюда	Выход, г	Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г
<i>Завтрак</i>				
1. Омлет белковый паровой	100	9,2	1,5	2,6
2. Каша пшенная с молоком	250/10	10,6	13,3	48,2
3. Чай с молоком	150/50	1,45	1,6	2,35
<i>2-й завтрак</i>				
1. Яблоко свежее	100	0,4	0,4	9,8
<i>Обед</i>				
1. Суп из сборных овощей с сухой белковой композитной смесью	250/5	4,41	12,0	24,6
2. Рыба отварная под маринадом	100/150	25,6	16,6	15,5
3. Овощное рагу тушеное	200/10	4,35	10,5	15,56
4. Компот без сахара	200	0,2	0,2	4,9
<i>Полдник</i>				
1. Отвар шиповника	200	–	–	–
2. Чернослив размоченный	20	0,69	0,21	17,25
<i>Ужин</i>				
1. Суфле из творога со сметаной	130/10	19,58	13,63	17,1
2. Свекольные котлеты запеченные	150	5,99	3,9	25,0
3. Чай с лимоном	200	0,27	0,03	0,9
<i>На ночь</i>				
Кефир 1% жирности	100	3,0	1,0	4,0
<i>Буфетная продукция</i>				
Хлеб ржаной	100	6,6	1,2	34,2
Итого	–	92,6	76,1	221,9

стоверность различий определяли с использованием *t*-критерия Стьюдента. Уровень считали статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Оценка фактического питания пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена показала повышенную калорийность рационов питания в домашних условиях. Было выявлено избыточное потребление жира [135% рекомендуемой нормы потребления (РНП) в 1-й группе и 141% РНП во 2-й группе] и белка (127% РНП в 1-й группе и 129% РНП во 2-й группе), что значительно превышало рекомендуемые нормы [18]. Потребление углеводов в обеих группах (104% РНП в 1-й группе и 107% РНП во 2-й группе) соответствовало рекомендуемым нормам, однако потребление пищевых волокон было недостаточным (60% РНП в 1-й группе и 70% РНП во 2-й группе). Таким образом, анализ фактического питания пациентов с ожирением и нарушением

Таблица 3. Оценка фактического питания пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена в домашних условиях

Показатель	Фактическое потребление		Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах*
	1-я группа (n=25)	2-я группа (n=25)	
Энергетическая ценность рациона, ккал/сут	3218±255	3538±233	1800
Потребление белка, г/сут	111±8,4	112±7,3	87
Потребление жира, г/сут	138±14,1	144±12,9	102
Потребление углеводов, г/сут	386±29	452±30	257–586
Потребление пищевых волокон, г/сут	12±1,1	14±1,0	20

Примечание. * – Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации (М., 2008) (для лиц 40–59 лет 1-й группы интенсивности труда).

пуринового обмена выявил выраженные отклонения от рекомендуемых норм в потреблении пищевых веществ: высокое потребление жира, белка и недостаточное потребление пищевых волокон (табл. 3).

При оценке показателей состава тела до лечения у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена были выявлены изменения компонентного состава тела в виде повышения жировой массы тела, площади висцерального жира и общей жидкости относительно нормальных значений, что отмечено и в других исследованиях [19]. На фоне проводимой диетотерапии наблюдалась положительная динамика показателей состава тела пациентов обеих групп (табл. 4). Однако у пациентов 1-й группы, которые получали стандартную диету с пониженной калорийностью, снижение содержания жировой массы в среднем составило 4,4%, площади висцерального жира – 8,6% ($p < 0,05$), а у пациентов 2-й группы, получавших персонализированный вариант диеты, снижение содержания жировой массы составило в среднем 6,9%, площади висцерального жира – 9,1% ($p < 0,05$). У пациентов обеих групп снижение содержания общей жидкости в среднем составило 3,7%. На фоне проводимой диетотерапии у пациентов 1-й группы было отмечено достоверное уменьшение мышечной массы тела (в среднем 3,9%, $p < 0,05$), а у пациентов 2-й группы наблюдалось только незначительное снижение мышечной массы тела (в среднем на 1,5%), не достигающее уровня статистической значимости.

При первичном обследовании пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена было выявлено повышение уровня глюкозы, общего холестерина, триглицеридов и мочевой кислоты в сыворотке крови. Динамика

биохимических показателей крови у пациентов в процессе лечения представлена в табл. 5, где отмечено статистически значимое ($p < 0,05$) снижение уровня глюкозы, общего холестерина, ЛПНП, триглицеридов у пациентов обеих групп. При этом в 1-й группе снижение уровня глюкозы крови в среднем составило 18,2%, общего холестерина – 23,2%, ЛПНП – 24,2%, триглицеридов – 28,5%, а во 2-й группе снижение уровня глюкозы крови в среднем составило 19,1%, общего холестерина – 23,6%, ЛПНП – 25%, триглицеридов – 30,4%, без статистически значимых различий между группами. Однако на фоне стандартной диеты с пониженной калорийностью у пациентов 1-й группы наблюдалось незначительное снижение мочевой кислоты в сыворотке крови (в среднем на 7,6%), а у пациентов 2-й группы, которые получали персонализированную диету с модификацией белкового компонента, отмечено статистически значимое снижение уровня мочевой кислоты на 12,5% ($p < 0,05$).

Таким образом, диетотерапия играет ключевую роль в снижении уровня мочевой кислоты в сыворотке крови. А ведь гиперурикемия не только основной фактор риска развития подагры [20], она оказывает влияние на развитие сердечно-сосудистых заболеваний, метаболического синдрома и заболеваний почек [21–24], с целью профилактики которых необходимо достижение целевых показателей мочевой кислоты в сыворотке крови с применением диетотерапии. Проведенные 19 проспективных когортных исследований показали [25–27], что риск развития гиперурикемии и подагры положительно коррелирует с потреблением красного мяса, морепродуктов, алкоголя, а отрицательно – с потреблением

Таблица 4. Изменение показателей состава тела у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена на фоне диетотерапии ($M \pm m$)

Показатель	1-я группа (n=25)		2-я группа (n=25)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Масса тела, кг	109,5±2,3	104,6±2,2*	112,8±2,4	107,9±2,4*
Индекс массы тела, кг/м ²	41,7±0,9	40,1±0,8*	42,9±0,8	41,3±0,8*
Жировая масса, кг	54,6±1,6	52,2±1,5*	56,9±1,6	53,1±1,4*
Мышечная масса, кг	36,4±0,8	34,4±0,9*	38,2±1,3	37,4±1,3
Площадь висцерального жира, см ²	244,5±6,3	223,4±5,9*	240,6±6,4	218,7±6,5*
Общая жидкость, кг	39,9±0,8	38,4±0,5*	39,4±0,7	37,9±0,5*

Примечание. * – статистически значимое отличие ($p < 0,05$) от показателя до лечения согласно критерию Вилкоксона.

Таблица 5. Изменение биохимических показателей в сыворотке крови у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена на фоне диетотерапии (M±m)

Показатель	1-я группа (n=25)		2-я группа (n=25)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Глюкоза, ммоль/л	5,8±0,2	4,6±0,1*	6,0±0,2	4,7±0,1*
Общий холестерин, ммоль/л	5,6±0,2	4,3±0,1*	5,5±0,2	4,2±0,1*
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	1,3±0,03	1,2±0,03	1,3±0,04	1,2±0,03
Холестерин ЛПНП, ммоль/л	3,3±0,1	2,5±0,1*	3,2±0,1	2,4±0,1*
Триглицериды, ммоль/л	2,1±0,1	1,5±0,1*	2,3±0,1	1,6±0,1*
АЛТ, МЕ/л	37,3±2,0	34,3±1,7	40,8±3,5	36,9±2,3
АСТ, МЕ/л	31,2±1,6	29,0±1,2	37,3±3,5	35,5±2,0
Креатинин, мкмоль/л	60,1±1,7	59,9±1,8	62,5±1,8	61,2±1,7
Мочевина, ммоль/л	4,5±0,1	4,2±0,2	4,9±0,2	4,5±0,2
Мочевая кислота	431,6±16,9	398,3±15,9	443,6±16,9	388,1±15,4*

Примечание. * – статистически значимое отличие ($p < 0,05$) от показателя до лечения согласно критерию Вилкоксона. Расшифровка аббревиатур дана в тексте.

молочных продуктов, яиц, содержание которых было увеличено в персонализированных рационах питания, использованных в нашей работе. Основным отличием использованных персонализированных рационов от рекомендаций по питанию при подагре стало менее выраженное ограничение потребления как в количественном, так и в качественном эквиваленте белка на фоне умеренного снижения калорийности рациона.

Заключение

Применение стандартной диеты с пониженной калорийностью у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена приводит к незначительному снижению уровня мочевой кислоты в сыворотке крови и статистически значимому снижению мышечной массы тела, а использование персонализированной диеты с модификацией белкового компонента, основанной на

индивидуальном определении энерготрат покоя и метаболических субстратов, способствует статистически значимому снижению уровня мочевой кислоты сыворотки крови и лишь незначительному снижению мышечной массы тела у данной категории пациентов. Таким образом, при назначении диетотерапии пациентам с ожирением и нарушением пуринового обмена рекомендован подбор персонализированного рациона каждому пациенту индивидуально, что позволит не только провести коррекцию имеющихся метаболических нарушений, но и повысить эффективность лечебных мероприятий при ожирении, предотвратив развитие и прогрессирование его осложнений.

Финансирование. Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах

Лапик Ирина Александровна (Lapik Irina A.) – кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения профилактической и реабилитационной диетологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: lapik_inbox.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0963-0792>

Гаппарова Камилат Минкайловна (Gapparova Camilat M.) – кандидат медицинских наук, заведующая отделением профилактической и реабилитационной диетологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: kgapparova@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1223-8545>

Чехонина Юлия Геннадьевна (Chekhonina Yulia G.) – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения профилактической и реабилитационной диетологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: juliya_chehonina@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5053-9042>

Литература

- Engin A. The definition and prevalence of obesity and metabolic syndrome // Adv. Exp. Med. Biol. 2017. Vol. 960. P. 1–17. doi: 10.1007/978-3-319-48382-5_1
- Ng M., Fleming T., Robinson M. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Bur-

- den of Disease Study 2013 // *Lancet*. 2014. Vol. 384. P. 766–781. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60460-8
3. Zeng X., Xie Y.J., Liu Y.T. et al. Polycystic ovarian syndrome: correlation between hyperandrogenism, insulin resistance and obesity // *Clin. Chim. Acta*. 2019. Vol. 13. P. 7–18. doi: 10.1016/j.cca.2019.11.003
 4. Yuyan Pan, Jiaqi Liu, Fazhi Qi. Identification of key candidate genes and molecular pathways in white fat browning: an anti-obesity drug discovery based on computational biology // *Hum. Genomics*. 2019. Vol. 13. P. 55. doi: 10.1186/s40246-019-0239-x
 5. Лапик И.А., Гаппарова К.М., Чехонина Ю.Г. и др. Современные тенденции развития нутригеномики ожирения // *Вопр. питания*. 2016. Т. 85, № 6. С. 6–11.
 6. Kopp W. How western diet and lifestyle drive the pandemic of obesity and civilization diseases // *Diabetes Metab. Syndr. Obes*. 2019. Vol. 12. P. 2221–2236. doi: 10.2147/DMSO.S216791
 7. Niswender K. Diabetes and obesity: therapeutic targeting and risk reduction – a complex interplay // *Diabetes Obes. Metab*. 2010. Vol. 12. P. 267–287. doi: 10.1111/j.1463-1326.2009.01175.x
 8. Арутюнов Г.П., Бабак С.Л., Васюк Ю.А. и др. Диагностика, лечение, профилактика ожирения и ассоциированных с ним заболеваний : национальные клинические рекомендации. СПб., 2017. С. 57–70.
 9. Tamba S., Nishizawa H., Funahashi T. et al. Relationship between the serum uric acid level, visceral fat accumulation and serum adiponectin concentration in Japanese men // *Int. Med*. 2008. Vol. 47. P. 1175–1180. doi: 10.2169/internalmedicine.47.0603
 10. Ichikawa N., Taniguchi A., Urano W. et al. Comorbidities in patients with gout // *Nucleosides Nucleotides Nucleic Acids*. 2011. Vol. 30. P. 1045–1050. doi: 10.1080/15257770.2011.596499
 11. Inokuchi T., Tsutsumi Z., Takahashi S. et al. Increased frequency of metabolic syndrome and its individual metabolic abnormalities in Japanese patients with primary gout // *J. Clin. Rheumatol*. 2010. Vol. 16. P. 109–112. doi: 10.1097/RHU.0b013e3181c6802e
 12. Орлова Е.В. Гиперурикемия в терапевтической практике – лечить или наблюдать // *Трудный пациент*. 2018. № 10. P. 16–23. doi: 10.24411/2074-1995-2018-10015
 13. Choi H.K., Ford E.S., Li C. et al. Prevalence of the metabolic syndrome in patients with gout: the Third National Health and Nutrition Examination Survey // *Arthritis Rheum*. 2007. Vol. 57. P. 109–115.
 14. Novak S., Melkonian A.K., Patel P.A. et al. Metabolic syndrome-related conditions among people with and without gout: prevalence and resource use // *Curr. Med. Res. Opin*. 2007. Vol. 23. P. 623–630. doi: 10.1185/030079906X167651
 15. Погожева А.В. Стандарты лечебного питания больных с ожирением // *Практ. диетология*. 2012. № 4. С. 54.
 16. Gonzalez-Campoy J., St Jeor S.T., Castorino K. et al. Clinical practice guidelines for healthy eating for the prevention and treatment of metabolic and endocrine diseases in adults: cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists // *Endocr. Pract.* 2013. Vol. 19, N 3. P. 1–82. doi: 10.4158/EPI13155.GL
 17. Лапик И.А., Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А. и др. Влияние диетотерапии на показатели состава тела у больных ожирением и сахарным диабетом 2 типа // *Вопр. питания*. 2013. Т. 82, № 1. С. 53–58.
 18. Тутельян В.А. О нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // *Вопр. питания*. 2009. Т. 78, № 1. С. 4–15.
 19. Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А., Лапик И.А. Влияние специализированного пищевого продукта для контроля массы тела на аппетит у больных с ожирением // *Вопр. диетологии*. 2014. Т. 4, № 1. С. 47–52.
 20. Zychowicz M.E. Gout: No longer the disease of kings // *Orthop. Nurs*. 2011. Vol. 30. P. 322–330. doi: 10.1097/NOR.0b013e31822c5aa7
 21. Джанашия П.Х., Диденко В.А. Гиперурикемия, артериальная гипертензия и хроническая болезнь почек: интерпретация взаимосвязи и стратегия действий // *Клин. нефрология*. 2010. Т. 4, № 4. С. 3–11.
 22. Soltani Z., Rasheed K., Kapusta D.R., Reisin E. Potential role of uric acid in metabolic syndrome, hypertension, kidney injury, and cardiovascular diseases: is it time for reappraisal? // *Curr. Hypertens*. 2013. Vol. 15. P. 175–181. doi: 10.1007/s11906-013-0344-5
 23. Braga F., Pasqualetti S., Ferraro S., Panteghini M. Hyperuricemia as risk factor for coronary heart disease incidence and mortality in the general population: a systematic review and meta-analysis // *Clin. Chem. Lab. Med*. 2016. Vol. 54. P. 7–15. doi: 10.1515/cclm-2015-0523
 24. Muiesan M.L., Agabiti-Rosei C., Painsi A., Salvetti M. Cardiovascular risk factors uric acid and cardiovascular disease: an update // *Eur. Cardiol*. 2016. Vol. 11. P. 54–59. doi: 10.15420/eur.2016
 25. Major T.J., Topless R.K., Dalbeth N., Merriman T.R. Evaluation of the diet wide contribution to serum urate levels: meta-analysis of population based cohorts // *BMJ*. 2018. Vol. 363. Article ID k3951. doi: 10.1136/bmj.k3951
 26. Zykova S.N., Storhaug H.M., Toft I., Chadban S.J., Jenssen T.G., White S.L. Cross-sectional analysis of nutrition and serum uric acid in two Caucasian cohorts: the AusDiab Study and the Tromso study // *Nutr. J*. 2015. Vol. 14, N 1. P. 49. doi: 10.1186/s12937-015-0032-1
 27. Jakse B., Pajek M., Pajek J. Uric acid and plant-based nutrition // *Nutr. J*. 2019. Vol. 11. P. 17–38. doi: 10.3390/nu11081736

References

1. Engin A. The definition and prevalence of obesity and metabolic syndrome. *Adv Exp Med Biol*. 2017; 960: 1–17. doi: 10.1007/978-3-319-48382-5_1
2. Ng M., Fleming T., Robinson M., et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014; 384: 766–81. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60460-8
3. Zeng X., Xie Y.J., Liu Y.T., et al. Polycystic ovarian syndrome: correlation between hyperandrogenism, insulin resistance and obesity. *Clin Chim Acta*. 2019; 13: 7–18. doi: 10.1016/j.cca.2019.11.003
4. Yuyan Pan, Jiaqi Liu, Fazhi Qi. Identification of key candidate genes and molecular pathways in white fat browning: an anti-obesity drug discovery based on computational biology. *Hum Genomics*. 2019; 13: 55. doi: 10.1186/s40246-019-0239-x
5. Lapik I.A., Gapparova K.M., Chekhonina Yu.G., et al. Current trends in nutrigenomics of obesity. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2016; 85 (6): 6–11. (in Russian)
6. Kopp W. How western diet and lifestyle drive the pandemic of obesity and civilization diseases. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2019; 12: 2221–36. doi: 10.2147/DMSO.S216791
7. Niswender K. Diabetes and obesity: therapeutic targeting and risk reduction – a complex interplay. *Diabetes Obes Metab*. 2010; 12: 267–87. doi: 10.1111/j.1463-1326.2009.01175.x
8. Arutyunov G.P., Babak S.L., Vasyuk Yu.A., et al. Diagnosis, treatment, prevention of obesity and associated diseases: National clinical guidelines. Saint Petersburg, 2017: 57–70. (in Russian)
9. Tamba S., Nishizawa H., Funahashi T. et al. Relationship between the serum uric acid level, visceral fat accumulation and serum adiponectin concentration in Japanese men. *Int Med* 2008; 47: 1175–80. doi: 10.2169/internalmedicine.47.0603
10. Ichikawa N., Taniguchi A., Urano W., et al. Comorbidities in patients with gout. *Nucleosides Nucleotides Nucleic Acids*. 2011; 30: 1045–50. doi: 10.1080/15257770.2011.596499
11. Inokuchi T., Tsutsumi Z., Takahashi S., et al. Increased frequency of metabolic syndrome and its individual metabolic abnormalities

- in Japanese patients with primary gout. *J Clin Rheumatol*. 2010; 16: 109–12. doi: 10.1097/RHU.0b013e3181c6802e
12. Orlova E.V. Hyperuricemia in therapeutic practice: to treat or to observe. *Trudnyy patsient [Difficult Patient]*. 2018; (10): 16–23. doi: 10.24411/2074-1995-2018-10015 (in Russian)
 13. Choi H.K., Ford E.S., Li C., et al. Prevalence of the metabolic syndrome in patients with gout: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arthritis Rheum*. 2007; 57: 109–15.
 14. Novak S., Melkonian A.K., Patel P.A., et al. Metabolic syndrome-related conditions among people with and without gout: prevalence and resource use. *Curr Med Res Opin*. 2007; 23: 623–30. doi: 10.1185/030079906X167651
 15. Pogozheva A.V. Standards of medical nutrition of patients with obesity. *Prakticheskaya dietologiya [Practical Dietology]*. 2012; (4): 54. (in Russian)
 16. Gonzalez-Campoy J., St Jeor S.T., Castorino K., et al. Clinical practice guidelines for healthy eating for the prevention and treatment of metabolic and endocrine diseases in adults: cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists. *Endocr Pract*. 2013; 19 (3): 1–82. doi: 10.4158/EP13155.GL
 17. Lapik I.A., Sharafetdinov Kh.Kh., Plotnikova O.A., et al. Influence of dietotherapy on body composition in patients with obesity and diabetes mellitus type 2. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2013; 82 (1): 53–8. (in Russian)
 18. Tutelyan V.A. On norms of physiological needs in energy and food substances for different groups of the population of the Russian Federation. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2009; 78 (1): 4–15. (in Russian)
 19. Sharafetdinov Kh.Kh., Plotnikova O.A., Lapik I.A. The effect of a specialized food product for body weight control on appetite in obese patients. *Voprosy dietologii [Problems of Dietology]*. 2014; 4 (1): 47–52. (in Russian)
 20. Zychowicz M.E. Gout: No longer the disease of kings. *Orthop Nurs*. 2011; 30: 322–30. doi: 10.1097/NOR.0b013e31822c5aa7.
 21. Dzhanaishiya P.Kh., Didenko V.A. Hyperuricemia, arterial hypertension and chronic kidney disease: interconnection and management strategy. *Klinicheskaya nefrologiya [Clinical Nephrology]*. 2010; 4 (4): 3–11. (in Russian)
 22. Soltani Z., Rasheed K., Kapusta D.R., Reisin E. Potential role of uric acid in metabolic syndrome, hypertension, kidney injury, and cardiovascular diseases: is it time for reappraisal? *Curr Hypertens*. 2013; 15: 175–81. doi: 10.1007/s11906-013-0344-5
 23. Braga F., Pasqualetti S., Ferraro S., Panteghini M. Hyperuricemia as risk factor for coronary heart disease incidence and mortality in the general population: a systematic review and meta-analysis. *Clin Chem Lab Med*. 2016; 54: 7–15. doi: 10.1515/cclm-2015-0523
 24. Muiesan M.L., Agabiti-Rosei C., Painsi A., Salvetti M. Cardiovascular risk factors uric acid and cardiovascular disease: an update. *Eur Cardiol*. 2016; 11: 54–9. doi: 10.15420/ecr.2016
 25. Major T.J., Topless R.K., Dalbeth N., Merriman T.R. Evaluation of the diet wide contribution to serum urate levels: meta-analysis of population based cohorts. *BMJ*. 2018; 363: k3951. doi: 10.1136/bmj.k3951
 26. Zykova S.N., Storhaug H.M., Toft I., Chadban S.J., Jenssen T.G., White S.L. Cross-sectional analysis of nutrition and serum uric acid in two Caucasian cohorts: the AusDiab Study and the Tromso study. *Nutr J*. 2015; 14 (1): 49. doi: 10.1186/s12937-015-0032-1
 27. Jakse B, Pajek M., Pajek J. Uric acid and plant-based nutrition. *Nutr J*. 2019; 11: 17–38. doi: 10.3390/nu11081736

Для корреспонденции

Перова Ирина Борисовна – кандидат фармацевтических наук, старший научный сотрудник лаборатории метаболизма и протеомного анализа ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»
 Адрес: 109240, Россия, г. Москва, Устьинский проезд, д. 2/14
 Телефон: (495) 698-53-60
 E-mail: Erin.Feather@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5975-1376>

Перова И.Б.¹, Рылина Е.В.¹, Эллер К.И.¹, Акимов М.Ю.²

Исследование полифенольного комплекса и иридоидных гликозидов в различных сортах плодов жимолости съедобной *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn

The study of the polyphenolic complex and iridoid glycosides in various cultivars of edible honeysuckle fruits *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn

Perova I.B.¹, Rylyina E.V.¹, Eller K.I.¹, Akimov M.Yu.²

- ¹ ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия
² ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина», Мичуринск, Тамбовская область, Россия
¹ Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia
² Federal State Scientific I.V. Michurin Institution Federal Scientific Centre, Michurinsk, Tambov Region, Russia

Высокое содержание минорных биологически активных веществ в плодах дико-растущих и культивируемых сортов жимолости наряду с малой изученностью химического состава отечественных сортов обуславливает актуальность проведения исследования их качественного и количественного состава.

Целью работы было исследование подробного состава основных групп биологически активных полифенольных соединений [антоцианины, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты (ГКК), проантоцианидины] и иридоидов в различных сортах отечественных плодов жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn).

Материал и методы. Исследовано 15 образцов замороженных плодов жимолости съедобной, собранных в Тамбовской, Воронежской, Московской областях и Карелии. Суммарное содержание полифенольных соединений в пересчете на галловую кислоту определяли модифицированным методом Фолина–Чокальтеу, суммарное содержание мономерных антоцианинов в пересчете на цианидин-3-глюкозид – методом рН-дифференциальной спектрофотометрии, проантоцианидинов в пересчете на процианидин В₂ – модифицированным методом Бейта–Смита. Профили антоцианинов, иридоидов, флавоноидов и ГКК определяли с помощью коэффeктивной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектором на диодной матрице и времяпролетным масс-

Для цитирования: Перова И.Б., Рылина Е.В., Эллер К.И., Акимов М.Ю. Исследование полифенольного комплекса и иридоидных гликозидов в различных сортах плодов жимолости съедобной *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn // *Вопр. питания*. 2019. Т. 88, № 6. С. 88–99. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10069

Статья поступила в редакцию 24.07.2019. Принята в печать 19.11.2019.

For citation: Perova I.B., Rylyina E.V., Eller K.I., Akimov M.Yu. The study of the polyphenolic complex and iridoid glycosides in various cultivars of edible honeysuckle fruits *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn. *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition]. 2019; 88 (6): 88–99. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10069 (in Russian)

Received 24.07.2019. Accepted 19.11.2019.

спектрометрическим детектором. Определены профиль углеводов методом капиллярного электрофореза и антирадикальная активность в DPPH-тесте *in vitro*.

Результаты и обсуждение. Основными группами полифенольных соединений были антоцианины и проантоцианидины. Содержание антоцианинов варьировало от 162,2 до 622,2 мг на 100 г, проантоцианидинов – от 498,3 до 1804,0 мг на 100 г свежих плодов. Среди антоцианинов преобладал цианидин-3-глюкозид (>85% суммы антоцианинов). В исследованных плодах жимолости обнаружено значительное количество иридоидов (от 78,0 до 341,8 мг/100 г), среди которых преобладали логаниновая кислота и логанин. Суммарное содержание флавоноидов варьировало в диапазоне 9,2–46,6 мг/100 г, основным из них был рутин. Среди ГКК преобладала хлорогеновая кислота, на долю которой приходилось 85,7–90,4% суммы ГКК (45,9–79,8 мг/100 г). Обнаружена корреляция между количеством полифенольных соединений и антирадикальными свойствами плодов жимолости в DPPH-тесте.

Заключение. На основании результатов исследования были впервые определены наиболее перспективные сорта жимолости с точки зрения содержания полифенольных антиоксидантов и иридоидов, обладающих потенциальной противовоспалительной, гипогликемической, гиполлипидемической, противомикробной и другими видами биологической активности.

Ключевые слова: жимолость съедобная (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn), антоцианины, иридоиды, проантоцианидины, флавоноиды, хлорогеновая кислота

The high content of minor biologically active substances in the fruits of wild-growing and cultivated varieties of honeysuckle, along with the low knowledge of the chemical composition of domestic varieties, determines the relevance of the study of their qualitative and quantitative composition.

The aim of the work was to study the detailed composition of the main groups of biologically active polyphenolic compounds [anthocyanins, flavonoids, hydroxycinnamic acids (HCAs), proanthocyanidins] and iridoids in various cultivars of domestic edible honeysuckle fruits (*Lonicera edulis* Turcz. Ex Freyn).

Material and methods. 15 samples of frozen fruits of edible honeysuckle harvested in Tambov, Voronezh, Moscow regions and Karelia were investigated. The total content of polyphenolic compounds (in terms of gallic acid equivalents) was determined by the modified Folin–Ciocalteu method, the total content of monomeric anthocyanins (in terms of cyanidin-3-glucoside) – by pH-differential spectrophotometry, proanthocyanidins (in terms of procyanidin B₂) – by the modified Bate-Smith method. The profiles of individual anthocyanins, iridoids, flavonoids and HCAs was determined by HPLC-DAD/TOF-MS. The carbohydrate profile by capillary electrophoresis and antiradical activity in DPPH test *in vitro* were investigated as well.

Results and discussion. The main groups of polyphenolic compounds were anthocyanins and proanthocyanidins. Cyanidin-3-glucoside was found as predominant among anthocyanins (>85% of their sum). Substantial amounts of iridoids (from 78.0 till 341.8 mg/100 g) were found in the honeysuckle examined. The loganic acid and loganine prevailed among iridoids. The total content of flavonoids varied in the range of 9.2–46.6 mg/100 g, the main of which was rutin. Among HCAs chlorogenic acid prevailed, which accounted for 85.7–90.4% of the total amount of HCAs (45.9–79.8 mg/100 g). A correlation was found between the amount of polyphenolic compounds and the antiradical properties of honeysuckle fruits in DPPH test.

Conclusion. Based on the results of the study the most promising varieties of domestic honeysuckle in terms of the highest content of polyphenolic antioxidants and iridoids with potential anti-inflammatory, hypoglycemic, hypolipidemic, antimicrobial and other types of biological activity were determined for the first time.

Keywords: blue honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn), anthocyanins, iridoids, proanthocyanidins, flavonoids, chlorogenic acid, DPPH

Важным аспектом здорового образа жизни и профилактики заболеваний населения алиментарной природы является сбалансированное питание с использованием местных сырьевых ресурсов, особенно дикорастущих и культивируемых плодов, содержа-

щих помимо макрокомпонентов значительное количество минорных биологически активных веществ (БАВ). В настоящей работе оценены перспективы использования плодов жимолости съедобной в качестве потенциально богатого и коммерчески доступного источника БАВ.

Таблица 1. Сведения об исследованных плодах жимолости

Образец	Регион сбора	Год сбора
1. Берель	Тамбовская область, Мичуринск	2014
2. Голубое веретено	Тамбовская область, Мичуринск	2014
3. Синичка	Тамбовская область, Мичуринск	2014
4. Голубой десерт	Тамбовская область, Мичуринск	2016
5. Северное сияние	Тамбовская область, Мичуринск	2016
6. Памяти Куминова	Тамбовская область, Мичуринск	2016
7. Леня	Тамбовская область, Мичуринск	2016
8. Дельфин	Тамбовская область, Мичуринск	2016
9. Трое друзей	Тамбовская область, Мичуринск	2016
10. Признание	Тамбовская область, Мичуринск	2016
11. Юбилейная	Тамбовская область, Мичуринск	2016
12. Фиалка	Воронежская область	2014
13. Соседка	Воронежская область	2014
14. Бакчарский великан	Московская область, Домодедовский район	2014
15. Дикорастущая жимолость	Карелия, Костомукша	2013

Жимолость съедобная *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn [синоним *Lonicera caerulea* ssp. *edulis* (Turcz. & Freyn) Hulten] – декоративный листопадный кустарник семейства Жимолостные *Caprifoliaceae* с плодами синего цвета типа сочной ягоды. Благодаря своей неприхотливости, морозоустойчивости, а также устойчивости к болезням и вредителям широко культивируется в средней полосе России, в Сибири, на Урале, в Приморском крае. Так, в 2019 г. в Государственном реестре селекционных достижений РФ зарегистрировано 120 сортов жимолости, выведенных в различных регионах России.

Таблица 3. Результаты высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектором на диодной матрице и масс-спектрометрическим детектором анализа антоцианинов плодов жимолости

Антоцианин	λ_{max} , нм	K*	m/z	Детектируемый ион
1. Цианидин-3,5-диглюкозид	280 514	2,86	611,16 287,05	[M] ⁺ [M – 2 глюкозы] ⁺
2. Пеонидин-3,5-диглюкозид	280 516	4,49	625,18 301,07	[M] ⁺ [M – 2 глюкозы] ⁺
3. Цианидин-3-глюкозид	280 514	4,86	449,10 287,05	[M] ⁺ [M – глюкоза] ⁺
4. Цианидин-3-рутинозид	280 517	5,37	595,17 449,10 287,05	[M] ⁺ [M – рамноза] ⁺ [M – рутиноза] ⁺
5. Пеларгонидин-3-глюкозид	279 500	6,14	433,11 271,06	[M] ⁺ [M – глюкоза] ⁺
6. Пеонидин-3-глюкозид	280 516	6,91	463,12 301,07	[M] ⁺ [M – глюкоза] ⁺
7. Пеонидин-3-рутинозид	280 515	7,05	625,16 463,12 301,7	[M] ⁺ [M – рамноза] ⁺ [M – рутиноза] ⁺

Примечание. * – K – коэффициент емкости; ** – здесь и далее: молекулярная масса моно- или дисахарида минус 18 а.е.м. (молекула воды, образующаяся при формировании гликозидной связи).

Таблица 2. Суммарное содержание антоцианинов и проантоцианидинов в плодах жимолости, мг/100 г свежих плодов (M±m)

Образец	Сумма антоцианинов	Сумма проантоцианидинов
1. Берель	474,3±24,7	1119,5±53,7
2. Голубое веретено	323,0±17,8	1270,2±52,1
3. Синичка	622,2±26,1	1804,0±74,0
4. Голубой десерт	269,5±12,9	831,3±30,8
5. Северное сияние	162,2±8,9	542,6±23,9
6. Памяти Куминова	338,4±13,5	1185,5±59,3
7. Леня	297,7±11,6	992,8±46,7
8. Дельфин	289,7±10,1	1107,2±56,5
9. Трое друзей	272,5±12,5	1049,5±40,9
10. Признание	443,9±20,9	1214,7±52,2
11. Юбилейная	555,0±19,4	1366,0±49,2
12. Фиалка	344,7±14,1	1215,4±54,7
13. Соседка	197,8±9,7	498,3±18,9
14. Бакчарский великан	581,5±23,3	1351,1±56,7
15. Дикорастущая жимолость	444,2±16,9	1103,5±40,8

Плоды жимолости употребляются в пищу как в свежем виде, так и в виде соков, компотов, варенья, джемов и др. В свежем виде плоды жимолости хранятся в течение 2–8 дней. Промышленная переработка свежего сырья жимолости в России ограничивается недостаточной изученностью химического состава и технологических свойств.

За последние 15 лет значительно возрос интерес отечественных и зарубежных ученых как к химическому составу, так и к потенциальному биологическому действию плодов жимолости. Показана выраженная противовоспалительная активность, способность ингибировать перекисное окисление липидов клеточных мембран, гасить свободные радикалы, эффективно защищать клетки от повреждений, вызванных ультрафиолетовыми (УФ-А и УФ-В) излучениями [1, 2]. Отмечена гепатопротекторная активность экстракта плодов жимолости, проявляющаяся, в частности, в снижении общего содержания липидов и восстановлении активности ферментов печени [3]. Выявлено бактерицидное действие более чем на 10 штаммов патогенных микроорганизмов, в том числе стрептококков групп А, В и G, пневмококков, коринебактерий дифтерии, и бактериостатическое действие, в том числе на менингококки и *Helicobacter pylori* [4]. Высокую биологическую ценность жимолости связывают с наличием в плодах различных классов полифенольных соединений [антоцианинов, проантоцианидинов, катехинов, флавонолов и флавонов, гидроксикоричных кислот (ГКК) и др.], иридоидных гликозидов, аскорбиновой кислоты, пектинов [2, 4–10]. Следует отметить, что химический состав плодов жимолости отечественных сортов сравнительно мало изучен, что обуславливает актуальность проведения исследования качественного и количественного состава БАВ жимолости.

Цель данной работы – изучение содержания и состава полифенольных соединений (антоцианинов, проантоци-

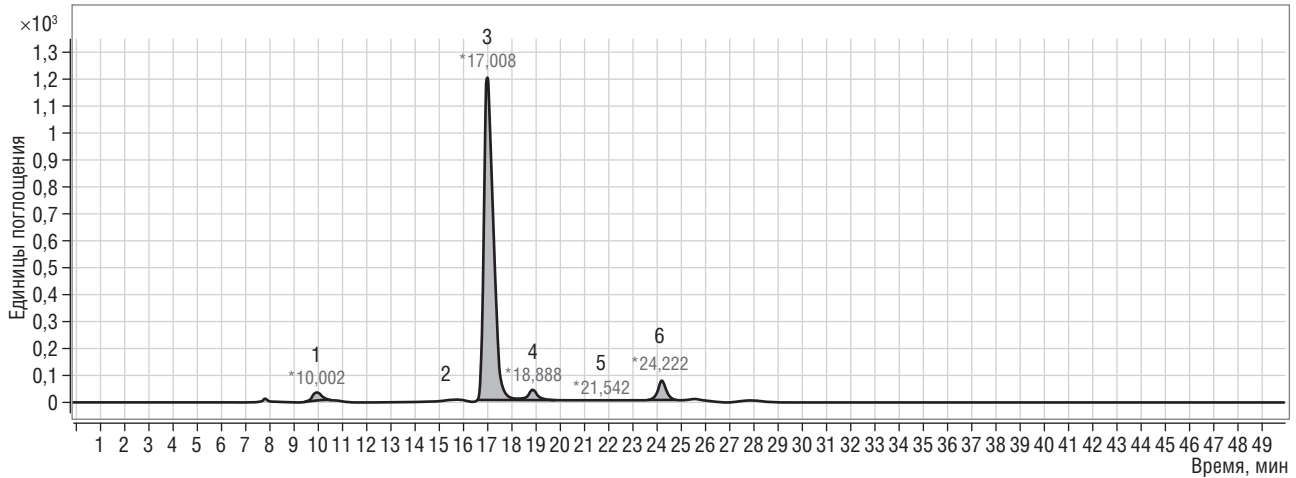


Рис. 1. Хроматограмма извлечения из плодов жимолости № 12

Номера пиков антоцианинов на хроматограмме соответствуют номерам антоцианинов в табл. 3.

Таблица 4. Профиль антоцианинов в плодах жимолости

Образец	Содержание, % суммы антоцианинов ($M \pm m$)						
	цианидин-3,5-диглюкозид	пеонидин-3,5-диглюкозид	цианидин-3-глюкозид	цианидин-3-рутинозид	пеларгонидин-3-глюкозид	пеонидин-3-глюкозид	пеонидин-3-рутинозид
1. Берель	5,6±0,3	1,3±0,1	84,3±1,4	4,8±0,2	0,4±0,02	3,6±0,1	Следы
2. Голубое веретено	4,6±0,2	1,4±0,1	84,4±1,7	4,9±0,2	0,3±0,02	4,4±0,1	–
3. Синичка	5,1±0,2	1,2±0,1	83,9±1,3	5,5±0,2	0,5±0,03	3,8±0,1	Следы
4. Голубой десерт	2,9±0,1	0,7±0,04	85,3±1,7	4,8±0,2	1,5±0,1	4,4±0,2	0,4±0,02
5. Северное сияние	6,1±0,3	1,3±0,1	75,9±1,6	10,4±0,3	2,1±0,1	3,2±0,1	1,0±0,1
6. Памяти Куминова	3,0±0,2	0,7±0,05	86,6±1,8	4,8±0,2	0,5±0,03	4,0±0,2	0,4±0,02
7. Леня	2,4±0,1	0,3±0,02	85,2±1,9	6,8±0,3	1,0±0,1	3,4±0,1	0,7±0,04
8. Дельфин	1,9±0,1	0,5±0,03	85,7±1,2	6,4±0,2	0,8±0,05	4,1±0,2	0,6±0,05
9. Трое друзей	3,0±0,1	0,7±0,04	85,1±1,0	6,6±0,2	1,1±0,1	2,9±0,1	0,5±0,04
10. Признание	3,4±0,2	0,8±0,05	83,0±1,4	7,3±0,3	1,1±0,1	3,6±0,1	0,7±0,04
11. Юбилейная	3,2±0,1	0,8±0,05	86,0±1,6	4,3±0,1	0,9±0,1	3,9±0,2	0,3±0,02
12. Фиалка	1,5±0,1	0,5±0,03	88,3±1,5	4,6±0,2	0,2±0,02	4,9±0,2	–
13. Соседка	1,1±0,1	0,3±0,02	87,7±1,7	5,5±0,2	0,2±0,02	5,2±0,2	–
14. Бакчарский великан	3,5±0,2	0,5±0,03	86,2±1,1	5,8±0,3	2,3±0,1	1,7±0,1	Следы
15. Дикорастущая жимолость	3,2±0,1	0,7±0,04	86,5±1,5	5,5±0,2	3,0±0,1	1,1±0,1	Следы

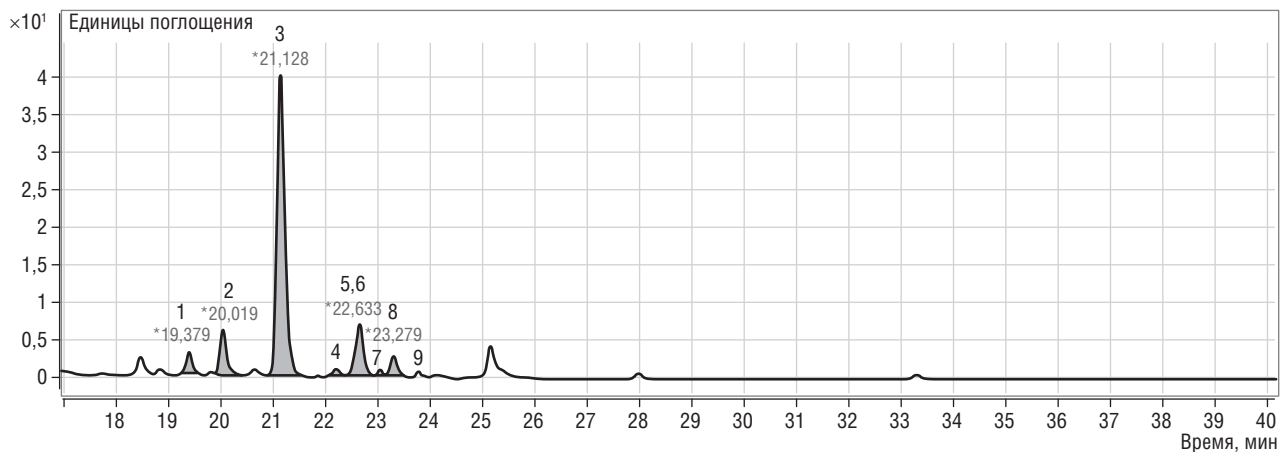


Рис. 2. Хроматограмма извлечения из плодов жимолости № 15

Номера пиков флавоноидов на хроматограмме соответствуют номерам флавоноидов в табл. 5.

Таблица 5. Результаты высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектором на диодной матрице и масс-спектрометрическим детектором анализа антоцианинов плодов жимолости

Флавоноид	λ_{max} , нм	K	m/z	Детектируемый ион
1. Мирицетин-3-глюкозид	256 268 360	4,08	481,13 319,08	[M] ⁺ [M – глюкоза] ⁺
2. Кверцетин-3-вицианозид	256 266 354	4,27	597,15 465,10 303,05	[M] ⁺ [M – арабиноза] ⁺ [M – вицианоза] ⁺
3. Рутин (кверцетин-3-рутинозид)	256 266 354	4,56	611,15 465,10 303,05	[M] ⁺ [M – рамноза] ⁺ [M – рутиноза] ⁺
4. Изорамнетин-3-вицианозид	256 268 354	4,84	611,17 479,11 317,05	[M] ⁺ [M – арабиноза] ⁺ [M – вицианоза] ⁺
5. Цинарозид (лютеолин-7-глюкозид)	255 267 348	4,96	449,10 287,05	[M] ⁺ [M – глюкоза] ⁺
6. Изокверцитрин (кверцетин-3-глюкозид)	256 266 354		465,10 303,05	[M] ⁺ [M – глюкоза] ⁺
7. Кемпферол-3-рутинозид	266 348	5,06	595,16 449,10 287,05	[M] ⁺ [M – рамноза] ⁺ [M – рутиноза] ⁺
8. Изорамнетин-3-рутинозид	256 268 354	5,13	625,18 449,18 317,05	[M] ⁺ [M – рамноза] ⁺ [M – рутиноза] ⁺
9. Авикулярин (кверцетин-3-арабинозид)	256 266 356	5,25	435,09 303,05	[M] ⁺ [M – арабиноза] ⁺

анидинов, флавонолов и флавонов, ГКК) и иридоидных гликозидов различных сортов плодов жимолости съедобной, произрастающей в средней и черноземной полосах европейской части России.

Материал и методы

Исследовано 15 образцов замороженных свежесобранных плодов жимолости съедобной (табл. 1).

При проведении исследований использовали спектрофотометр Shimadzu «UV-1800» (Shimadzu Corporation, Япония) с диапазоном длин волн 190–1100 нм, систему жидкостной хроматографии Agilent 1100 (Agilent Technologies, США) со спектрофотометрическим детектором на диодной матрице (ДМД), времяпролетным (ВЭЖХ-ВП-МС) и тройным квадрупольным масс-спектрометрическим детектором (ВЭЖХ-МС/МС), систему капиллярного электрофореза Agilent 7100 (Agilent Technologies, США) с ДМД. В качестве стандартных образцов были использованы коммерчески доступные индивидуальные вещества: процианидин В₂ (≥90%, INDOFINE Chemical Company), рутин (≥94%, Sigma), гиперозид (≥95%, HWI ANALYTIK GMBH), изокверцитрин (≥94%, HWI ANALYTIK GMBH), лютеолин-7-глюкозид (≥98%, Extrasynthese), кемпферол-3-глюкозид (≥95%, PhytoLab), логанин (≥97,0%, Sigma), хлорогеновая кислота (≥95%, Sigma), кофейная кислота (≥98%, Sigma), фруктоза (≥99%, Sigma), глюкоза (≥99,5%, Sigma), сорбит (≥98%, Sigma), галловая кислота (≥99%, Sigma-Aldrich), тролокс (≥97%, Aldrich).

Таблица 6. Содержание и состав флавоноидов в плодах жимолости съедобной

Образец	Содержание, мг/100 г свежих плодов (M±m)									
	мирицетин-3-глюкозид	кверцетин-3-вицианозид	рутин	изорамнетин-3-вицианозид	лютеолин-7-глюкозид	изокверцитрин	кемпферол-3-рутинозид	изорамнетин-3-рутинозид	кверцетин-3-арабинозид	суммарное содержание
1. Берель	1,1±0,1	1,1±0,1	12,1±0,3	–	Следы	3,4±0,1	–	–	–	17,7±0,6
2. Голубое веретено	0,7±0,03	0,8±0,04	11,5±0,2	–	Следы	3,1±0,1	–	–	–	16,1±0,4
3. Синичка	1,5±0,1	1,2±0,1	15,7±0,4	–	0,3±0,02	4,5±0,2	–	–	–	23,2±0,7
4. Голубой десерт	0,6±0,03	1,1±0,1	12,7±0,3	0,3±0,02	0,2±0,02	3,0±0,1	0,4±0,03	0,9±0,06	0,2±0,02	19,4±0,5
5. Северное сияние	0,5±0,04	0,4±0,03	6,2±0,2	–	–	1,9±0,1	–	–	–	9,2±0,3
6. Памяти Кумина	0,8±0,03	1,2±0,1	9,5±0,3	0,2±0,02	0,5±0,02	2,1±0,1	0,2±0,02	0,3±0,02	0,2±0,02	15,0±0,5
7. Леня	0,9±0,05	0,8±0,03	11,6±0,4	0,3±0,02	0,7±0,03	2,5±0,1	–	0,4±0,02	–	17,2±0,6
8. Дельфин	0,4±0,02	1,0±0,1	7,4±0,3	–	–	3,5±0,1	–	–	–	12,3±0,4
9. Трое друзей	1,2±0,1	1,1±0,1	10,9±0,4	0,2±0,02	0,3±0,02	2,0±0,1	0,1±0,01	0,2±0,02	0,1±0,01	16,1±0,5
10. Признание	0,4±0,02	0,5±0,03	12,5±0,4	0,3±0,02	0,4±0,03	4,2±0,2	0,2±0,02	1,3±0,1	0,1±0,02	19,9±0,6
11. Юбилейная	0,7±0,04	0,7±0,03	16,3±0,4	0,2±0,02	0,1±0,01	3,7±0,2	0,1±0,02	0,3±0,02	0,1±0,01	22,2±0,1
12. Фиалка	1,1±0,1	2,4±0,1	12,0±0,3	–	–	2,6±0,1	–	–	–	18,1±0,4
13. Соседка	0,4±0,02	1,4±0,1	7,3±0,3	–	–	0,9±0,1	–	–	–	10,0±0,3
14. Бакчарский великан	2,3±0,1	4,9±0,2	30,5±0,7	0,5±0,02	0,4±0,02	6,0±0,2	0,7±0,03	1,1±0,1	0,2±0,02	46,6±0,9
15. Дикорастущая жимолость	2,0±0,1	4,1±0,2	27,0±0,7	0,7±0,04	0,5±0,02	4,8±0,2	0,5±0,03	1,8±0,1	0,5±0,02	41,9±0,8

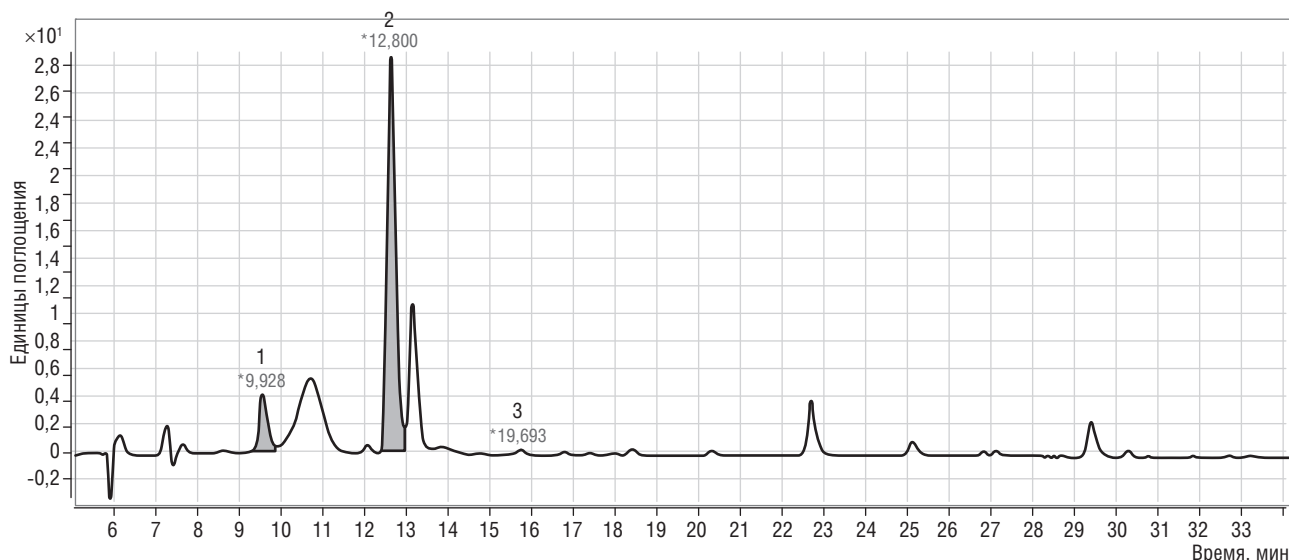


Рис. 3. Хроматограмма извлечения из плодов жимолости № 1 при $\lambda=330$ нм

1 – неохлорогеновая кислота; 2 – хлорогеновая кислота; 3 – кофейная кислота.

Суммарное содержание полифенольных соединений (ПФ) в пересчете на галловую кислоту оценивали модифицированным методом Фолина–Чокальтеу [11], проантоцианидинов в пересчете на процианидин В₂ – модифицированным методом Бейта–Смита [11], суммарное содержание мономерных антоцианинов в пересчете на цианидин-3-глюкозид – методом рН-дифференциальной спектрофотометрии [11]. Определение профиля антоцианинов, флавоноидов, ГКК, иридоидов проводили с помощью оригинальных разработанных ВЭЖХ-методик [12–14]. Содержание и состав моно- и дисахаридов определяли методом капиллярного электрофореза [14]. Оценку антирадикальных свойств в DPPH-тесте *in vitro* проводили по методике, приведенной ранее [15].

Результаты и обсуждение

Антоцианины. Количество антоцианинов в плодах жимолости варьировало от 162,2 до 622,2 мг/100 г (табл. 2), при этом в 9 из изученных 15 образцов количество антоцианинов превышало 300 мг/100 г. Полученные результаты позволяют поставить жимолость в один ряд с такими традиционными источниками антоцианинов, как черника (332–807 мг/100 г), арония (447–1480 мг/100 г), бузина черная (106–1374 мг/100 г) [2, 8, 16, 17]. Для сравнения образцы свежих плодов жимолости съедобной, заготовленные в Польше, содержали всего 96,3–235,4 мг/100 г антоцианинов [18].

Состав антоциановых пигментов определяли методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с онлайн ДМД- и МС-

Таблица 7. Содержание гидроксикоричных кислот в плодах жимолости голубой

Образец	Содержание, мг/100 г свежих плодов ($M \pm m$)			
	неохлорогеновая кислота	хлорогеновая кислота	кофейная кислота	суммарное содержание
1. Берель	8,1±0,3	53,2±1,5	0,8±0,04	62,1±1,7
2. Голубое веретено	7,8±0,2	50,2±1,2	0,5±0,02	58,5±1,5
3. Синичка	8,5±0,3	67,4±1,7	0,5±0,02	76,4±1,9
4. Голубой десерт	6,2±0,2	36,5±0,9	0,4±0,02	43,1±1,1
5. Северное сияние	3,9±0,2	30,3±0,7	0,8±0,04	35,0±0,8
6. Памяти Куминова	7,6±0,3	48,8±1,1	0,6±0,03	57,0±1,3
7. Леня	6,7±0,3	47,2±1,2	0,3±0,02	54,2±1,4
8. Дельфин	4,7±0,2	45,3±1,0	0,7±0,03	50,7±1,2
9. Трое друзей	8,2±0,3	39,6±0,6	0,5±0,02	48,3±0,9
10. Признание	6,8±0,3	55,4±1,3	0,6±0,02	62,8±1,6
11. Юбилейная	7,3±0,3	67,0±1,7	0,8±0,03	75,1±1,8
12. Фиалка	6,6±0,2	72,1±1,6	1,1±0,03	79,8±1,7
13. Соседка	1,6±0,1	14,2±0,3	0,5±0,02	16,3±0,4
14. Бакчарский великан	5,5±0,2	42,8±0,9	0,4±0,02	48,7±0,7
15. Дикорастущая жимолость	4,8±0,2	40,6±0,6	0,5±0,02	45,9±0,8

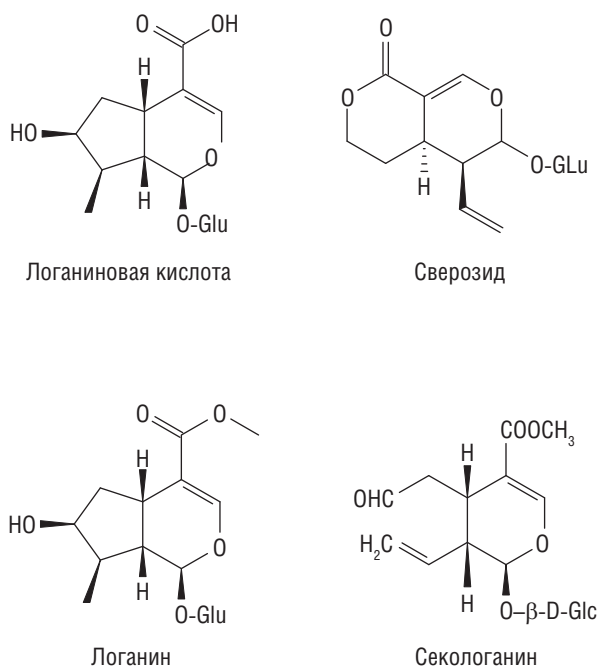


Рис. 4. Химические структуры иридоидов жимолости

Таблица 8. Результаты ВЭЖХ-УФ/МС анализа иридоидов плодов жимолости голубой

Иридоид	K	λ_{max} (нм)	M	Детектируемый ион [M + Na] ⁺
Логаниновая кислота	0,87	235	376	399,12
Изомер логанина	0,97	236	390	413,13
Секологанин	1,60	235	388	411,13
Сверозид	1,73	244	358	381,11
Логанин	1,87	236	390	413,13

детектированием по методике, разработанной ранее для анализа индивидуальных антоцианинов в плодах кизила обыкновенного [14]. Коэффициенты емкости, максимумы поглощения в УФ- и видимой области спектра, детектируемые массы антоцианинов жимолости представлены в табл. 3.

Типичная хроматограмма антоцианинов жимолости съедобной изображена на рис. 1. Профиль антоцианинов жимолости представлен гликозидами цианидина, основным из которых во всех образцах является цианидин-3-глюкозид (75,9–88,3% суммы антоцианинов) – антоцианиновый маркер плодов данного вида (табл. 4). Идентифицированы минорные антоцианины: цианидин-3-рутинозид (4,3–10,4%), цианидин-3,5-диглюкозид (1,1–6,1%), пеонидин-3-глюкозид (1,1–5,2%), пеонидин-3,5-диглюкозид (0,3–1,4%), пеларгонидин-3-глюкозид (0,2–3,0%) и пеонидин-3-рутинозид (0–1,0%).

Проантоцианидины. Содержание проантоцианидинов в плодах жимолости варьировало в широком диапазоне: от 498,3 до 1804,0 мг/100 г (см. табл. 2). При этом в 11 из 15 исследуемых образцов накапливалось больше 1% проантоцианидинов. Согласно данным литературы, в плодах жимолости, заготовленных в различных регионах России (от Карелии до Курильских островов), было найдено меньшее количество проантоцианидинов (252–694 мг/100 г), как и в образцах жимолости съедобной из Словакии (470–616 мг/100 г) [2].

Флавоноиды. Содержание и состав флавоноидов в плодах жимолости исследовали методом ВЭЖХ-ДМД-МС-TOF по методике, разработанной ранее для анализа флавоноидов в траве пустырника [13]. Типичная ВЭЖХ-УФ-хроматограмма флавоноидов плодов жимолости изображена на рис. 2.

Коэффициент емкости, максимумы поглощения в УФ-области и детектируемые массы флавоноидов ягод жимолости представлены в табл. 5.

Профиль флавоноидов в плодах жимолости представлен главным образом флавонольными гликозидами –

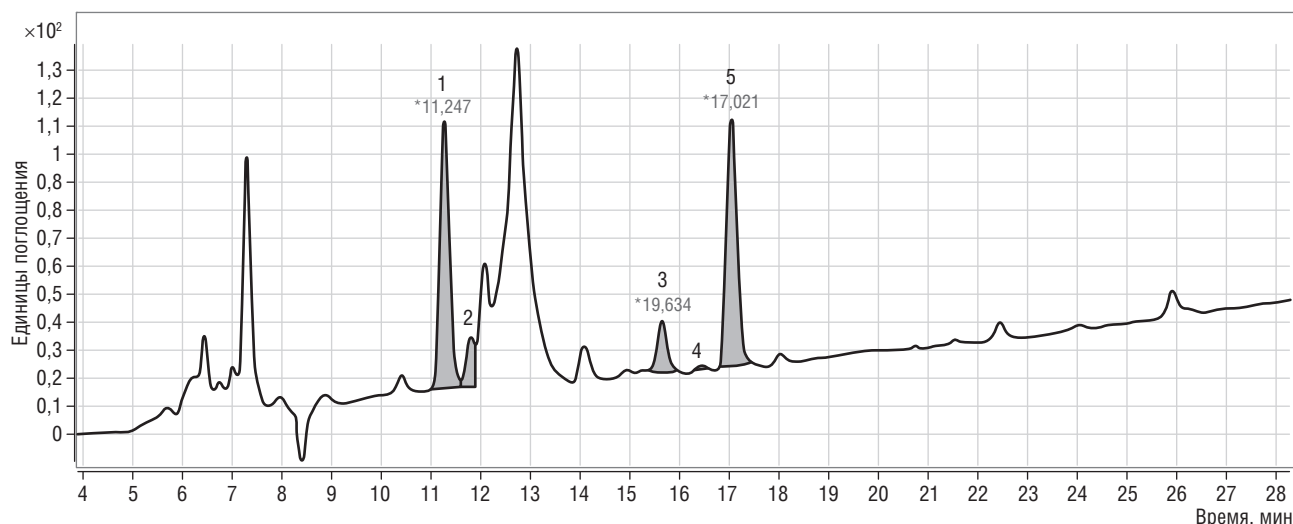


Рис. 5. Хроматограмма извлечения из плодов жимолости № 2 при $\lambda=235$ нм

1 – логаниновая кислота; 2 – изомер логанина; 3 – секологанин; 4 – сверозид, 5 – логанин.

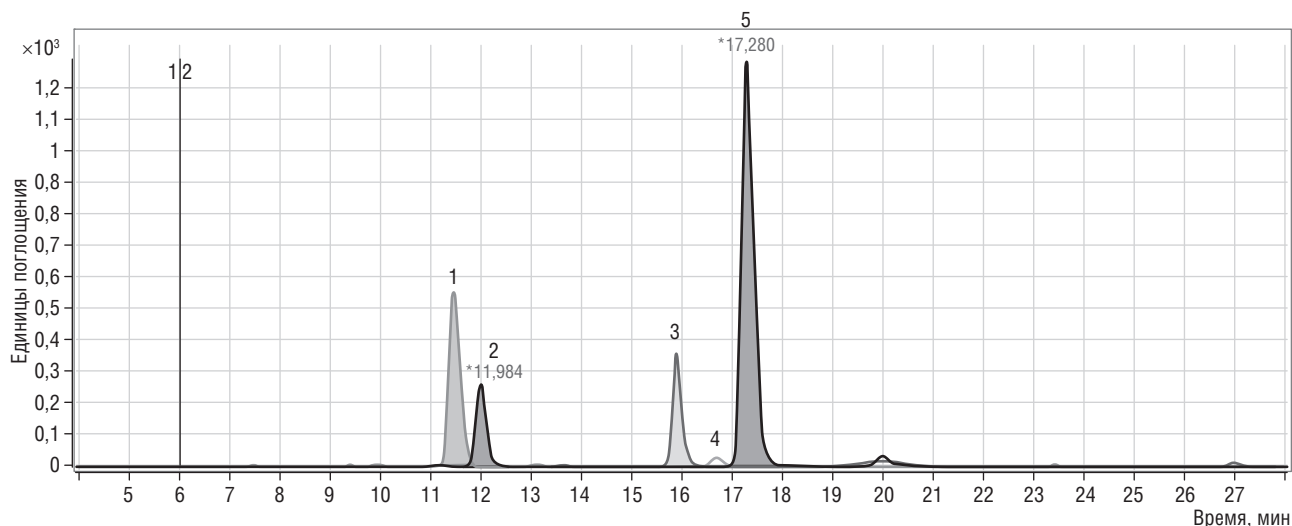


Рис. 6. Хроматограмма высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором выделенных ионов $[M + Na]^+$ иридоидов плодов жимолости № 2

1 – логаниновая кислота; 2 – изомер логанина; 3 – секологанин; 4 – сверозид; 5 – логанин.

преимущественно производными кверцетина, а также изорамнетина и кемпферола. Основным флавонольным гликозидом во всех образцах был рутин, содержание которого составило 6,2–30,5 мг/100 г (табл. 6).

Максимальное количество рутина обнаружено в образцах № 14 и 15. По данным литературы, приблизительно такое же количество рутина содержалось в плодах жимолости съедобной (13–41 мг/100 г) и некоторых других видов рода Жимолость, произрастающих в Словакии (27–48 мг/100 г) [2]. В плодах жимолости голубой, заготовленных в Украине, также были обнаружены флавоновые гликозиды – 7-глюкозид (8,2–10,3 мг/100 г) и 7-рутинозид лютеолина [2]. В исследованных нами образцах содержание лютеолин-7-глюкозида было существенно ниже

(0,7 мг/100 г и менее), а лютеолин-7-рутинозид отсутствовал. Суммарное содержание флавоноидов в изученных образцах составило 9,2–46,6 мг/100 г.

Гидроксикоричные кислоты. Типичный профиль ГКК плодов жимолости отражен на рис. 3.

Среди ГКК во всех образцах преобладала хлорогеновая кислота, также обнаружены неохлорогеновая и кофейная кислоты. Результаты количественного определения ГКК представлены в табл. 7.

Суммарное содержание ГКК варьировало от 16,3 мг/100 г в образце № 13 до 79,8 мг/100 г в образце № 12 со значительным преобладанием хлорогеновой кислоты (от 85,7 до 90,4% общего содержания).

Иридоиды. Для идентификации и количественного определения иридоидов была использована методика

Таблица 9. Содержание иридоидов в плодах жимолости голубой

Образец	Содержание, мг/100 г свежих плодов ($M \pm m$)					
	логаниновая кислота	изомер логанина	секологанин	сверозид	логанин	суммарное содержание
1. Берель	27,8±1,3	74,1±3,0	21,7±1,0	1,9±0,1	76,5±3,1	202,0±8,5
2. Голубое веретено	152,4±7,1	23,1±0,9	28,6±1,3	3,0±0,1	134,7±5,4	341,8±14,8
3. Синичка	33,6±1,6	89,0±3,6	18,0±1,0	2,4±0,1	79,3±3,2	222,3±9,5
4. Голубой десерт	80,0±3,8	–	7,0±0,4	7,0±0,3	40,0±1,6	134,0±6,1
5. Северное сияние	57,0±2,7	–	22,0±1,0	4,0±0,2	18,0±0,8	101,0±4,7
6. Памяти Куминова	73,0±3,4	–	11,0±0,5	5,0±0,2	20,0±0,8	109,0±4,9
7. Леня	148,0±7,0	–	5,0±0,3	6,0±0,3	63,0±2,4	222,0±10,0
8. Дельфин	40,0±1,9	–	5,0±0,3	7,0±0,3	26,0±1,0	78,0±3,6
9. Трое друзей	53,0±2,5	–	9,0±0,5	2,0±0,1	14,0±0,6	78,0±3,6
10. Признание	96,0±4,5	–	17,0±0,9	11,0±0,5	51,0±2,0	175,0±7,9
11. Юбилейная	197,0±9,3	–	24,0±1,1	9,0±0,4	86,0±3,4	316,0±14,2
12. Фиалка	148,6±7,0	–	–	8,0±0,4	43,8±1,8	200,4±9,2
13. Соседка	95,9±4,5	–	–	0,9±0,1	38,4±1,6	135,2±6,2
14. Бакчарский великан	75,7±3,6	–	–	4,9±0,3	92,4±3,7	173,0±7,6
15. Дикорастущая жимолость	60,0±2,9	–	–	4,0±0,2	77,6±3,1	141,6±6,2

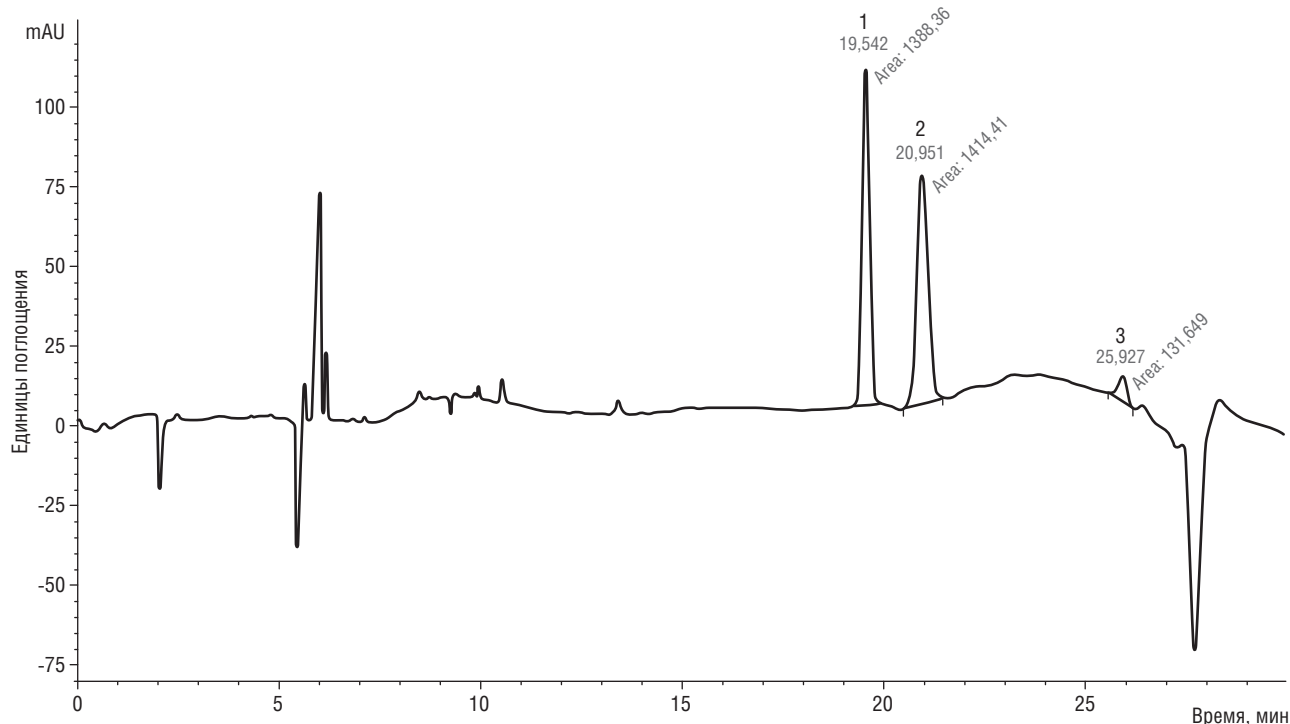


Рис. 7. Электрофореграмма извлечения из плодов жимолости голубой

1 – фруктоза; 2 – глюкоза; 3 – сорбит.

ВЭЖХ с УФ- и МС-детектированием, разработанная нами ранее для анализа иридоидов этого класса в листьях вахты трехлистной и плодах кизила обыкновенного [13, 14]. В исследованных плодах жимолости съедобной идентифицированы С10-иридоидные гликозиды логанинового типа (логаниновая кислота, логанин) и секоиридоиды (секологанин, сверозид) (рис. 4). Иридоиды данного типа были обнаружены в плодах других видов рода жимолость [5–7, 9]. Данные о составе иридоидов жимолости съедобной в литературе отсутствуют.

Параметры удерживания, максимумы поглощения в УФ-области и детектируемые массы иридоидов представлены в табл. 8.

Спектрофотометрическое детектирование иридоидов при ВЭЖХ-анализе проводили при длине волны 235 ± 2 нм, соответствующей основному максимуму поглощения данного класса иридоидов в УФ-области (рис. 5). ВЭЖХ-МС-хроматограмма выделенных ионов $[M + Na]^+$ иридоидов плодов жимолости голубой представлена на рис. 6.

Таблица 10. Содержание моносахаридов и сорбита в плодах жимолости голубой

Образец	Содержание, г/100 г свежих плодов ($M \pm m$)				
	фруктоза	глюкоза	суммарное содержание	соотношение глюкоза/фруктоза	сорбит
1. Берель	4,14±0,14	4,43±0,17	8,57±0,31	1,07	1,49±0,06
2. Голубое веретено	4,55±0,17	4,95±0,20	9,50±0,37	1,09	0,77±0,03
3. Синичка	4,53±0,17	5,10±0,21	9,63±0,38	1,13	1,85±0,09
4. Голубой десерт	4,96±0,20	5,36±0,22	10,32±0,42	1,08	2,12±0,10
5. Северное сияние	4,08±0,14	4,20±0,14	8,28±0,28	1,03	1,32±0,06
6. Памяти Куминова	4,78±0,19	5,24±0,21	10,02±0,40	1,10	1,68±0,07
7. Леня	4,16±0,14	4,25±0,15	8,41±0,29	1,02	0,89±0,04
8. Дельфин	4,46±0,17	5,07±0,21	9,53±0,38	1,13	1,88±0,08
9. Трое друзей	4,82±0,19	5,12±0,21	9,94±0,40	1,06	0,76±0,03
10. Признание	4,72±0,18	5,03±0,20	9,75±0,38	1,07	1,25±0,06
11. Юбилейная	4,12±0,14	4,55±0,17	8,67±0,31	1,10	0,86±0,04
12. Фиалка	3,28±0,11	3,37±0,11	6,65±0,22	1,02	0,06±0,01
13. Соседка	2,85±0,10	2,81±0,10	5,66±0,20	0,99	0,17±0,01
14. Бакчарский великан	3,62±0,12	3,80±0,13	7,42±0,25	1,05	0,24±0,01
15. Дикорастущая жимолость	2,73±0,09	2,80±0,10	5,53±0,19	1,02	0,12±0,01

Результаты количественного определения иридоидов в образцах плодов жимолости голубой представлены в табл. 9.

Во всех образцах обнаружены значительные количества логаниновой кислоты (33,6–197,0 мг/100 г) и логанина (14,0–134,7 мг/100 г). Содержание сверозида варьировало от 0,9 до 11,0 мг/100 г. Иридоидный состав образцов № 1–11 относительно богат: идентифицированы также секологанин (5,0–28,6 мг/100 г) и вещество, изомерное логанину (на основании совпадения УФ- и масс-спектров) (23,1–89,0 мг/100 г). Суммарное содержание иридоидов в плодах жимолости голубой составило от 78,0 в образцах № 8 и 9 до 341,8 мг/100 г в образце № 2.

Профиль углеводов. Электрофореграмма сахаров плодов жимолости голубой представлена на рис. 7.

Результаты количественного определения моносахаридов и многоатомного спирта сорбита в жимолости голубой представлены в табл. 10.

Во всех исследованных образцах найдены фруктоза в количестве 2,73–4,96%, глюкоза – 2,80–5,36% и сорбит – 0,06–2,12%. Соотношение глюкоза/фруктоза в образцах составило 0,99–1,10. Сахароза в исследованных образцах не обнаружена.

Полифенольные соединения и антирадикальная активность. Общее содержание полифенольных соединений, а также результаты исследования плодов жимолости на антирадикальные свойства в DPPH-тесте *in vitro* приведены в табл. 11.

Как видно из табл. 11, содержание полифенольных соединений в пересчете на галловую кислоту варьировало от 508,8 мг/100 г в образце № 13 до 927,0 мг/100 г в образце № 3. В сортах жимолости голубой российского происхождения, культивируемых в Чехии, сумма полифенольных соединений находилась в похожем диапазоне – 575–903 мг/100 г свежих плодов [10].

Антирадикальная активность плодов жимолости варьировала от 503,8 мг ТЭ/100 г свежих плодов в образце № 5 до 1197,5 мг ТЭ/100 г свежих плодов в образце № 3. При этом прослеживается четкая зависимость между общим содержанием полифенольных соединений, накоплением в первую очередь преобладающих классов полифенольных соединений – антоцианинов и проантоцианидинов, в меньшей степени флавоноидов и ГКК и выраженностью антирадикальных свойств изученных плодов жимолости в DPPH-тесте *in vitro*. В то же время корреляции между содержанием иридоидов и антирадикальной активностью плодов жимолости нами отмечено не было.

Сведения об авторах

Перова Ирина Борисовна (Perova Irina B.) – кандидат фармацевтических наук, старший научный сотрудник лаборатории метаболического и протеомного анализа ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)
E-mail: Erin.Feather@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5975-1376>

Таблица 11. Суммарное содержание полифенольных соединений и антирадикальная активность плодов жимолости ($M \pm m$)

Образец	Суммарное содержание полифенольных соединений, мг/100 г свежих плодов	Антирадикальная активность, мг ТЭ/100 г свежих плодов ($n=3$)
1. Берель	717,3±26,5	916,2±34,6
2. Голубое веретено	631,6±24,0	762,5±29,7
3. Синичка	927,0±35,2	1197,5±41,9
4. Голубой десерт	596,6±21,5	684,3±28,7
5. Северное сияние	525,7±20,0	503,8±20,2
6. Памяти Куминова	641,9±23,8	774,0±28,6
7. Леня	605,2±23,6	723,7±29,7
8. Дельфин	588,1±20,3	692,8±28,4
9. Трое друзей	562,0±20,2	661,4±27,2
10. Признание	728,4±27,0	902,6±30,4
11. Юбилейная	793,9±27,5	924,2±31,6
12. Фиалка	674,2±25,6	787,3±25,3
13. Соседка	508,8±17,3	520,9±21,9
14. Бакчарский великан	840,9±30,2	955,1±34,1
15. Дикорастущая жимолость	762,6±26,7	899,0±30,3

Заключение

Впервые подробно изучен полифенольный комплекс и профиль иридоидов плодов жимолости съедобной, произрастающей в различных регионах России. Полученные данные позволяют отнести жимолость к перспективным источникам вышеперечисленных минорных БАВ, особенно антоцианинов, проантоцианидинов и иридоидов, которые редко присутствуют в других видах плодов в столь существенном количестве и которые обладают целым рядом потенциально полезных для здоровья свойств. Широкое распространение на всей территории России, легкость выращивания, раннее созревание в сочетании с высоким содержанием БАВ делают целесообразным использование плодов жимолости в качестве сырья при производстве пищевых продуктов профилактической направленности и биологически активных добавок к пище. К перспективным источникам антоцианинов и проантоцианидинов относятся плоды жимолости Синичка, Юбилейная, Берель, Голубое веретено, Признание, Памяти Куминова, иридоидов – Голубое веретено, Юбилейная, Синичка, Леня, Берель.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Рылина Елена Валерьевна (Rylyna Elena V.) – кандидат фармацевтических наук, научный сотрудник лаборатории метаболомного и протеомного анализа ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: hellch@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9375-309X>

Эллер Константин Исаакович (Eller Konstantin I.) – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией метаболомного и протеомного анализа ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: ellki42@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1046-4442>

Акимов Михаил Юрьевич (Akimov Mikhail Yu.) – кандидат сельскохозяйственных наук, директор ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина» (Мичуринск, Тамбовская область, Россия)

E-mail: info@fnc-mich.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1990-4902>

Литература

- Bonarska-Kujawa D., Pruchnik H., Cyboran S. Biophysical mechanism of the protective effect of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Sevest.) polyphenols extracts against lipid peroxidation of erythrocyte and lipid membranes // *J. Membrane Biol.* 2014. Vol. 247. P. 611–625.
- Jurikova T., Rop O., Mlcek J. et al. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects // *Molecules.* 2012. Vol. 17. P. 61–79.
- Фоменко С.Е., Кушнерова Н.Ф., Спрыгин В.Г., Момот Т.В. Гепатопротекторная активность экстракта из ягод жимолости при интоксикации четыреххлористым углеродом у крыс // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2014. Vol. 77, N 10. P. 26–30.
- Kula M., Majdan M., Radwańska A. et al. Chemical composition and biological activity of the fruits from *Lonicera caerulea* var. *edulis* «Wojtek» // *AJMP (Academia Journal of Medicinal Plants)*. 2013. Vol. 1, N 8. P. 141–148.
- Dinda B., Chowdhury D. R., Mohanta B.C. Naturally occurring iridoids, secoiridoids and their bioactivity. An updated review, part 3 // *Chem. Pharm. Bull.* 2009. Vol. 57, N 8. P. 765–796.
- Ren M.-T., Chen J., Song Y. et al. Identification and quantification of 32 bioactive compounds in *Lonicera* species by high performance liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry // *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2008. Vol. 48. P. 1351–1360.
- Whitehead S.R., Bowers M.D. Iridoid and secoiridoid glycosides in a hybrid complex of bush honeysuckles (*Lonicera* spp., *Caprifoliaceae*): Implications for evolutionary ecology and invasion biology // *Phytochemistry.* 2013. Vol. 86. P. 57–63.
- Wu X., Gu L., Prior R.L. et al. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity // *J. Agric. Food Chem.* 2004. Vol. 52. P. 7846–7856.
- Ye J., Su J., Chen K. et al. Comparative investigation on chemical constituents of flower bud, stem and leaf of *Lonicera japonica* Thunb. by HPLC-DAD-ESI-MS/MS and GC-MS // *J. Anal. Chem.* 2014. Vol. 69, N 8. P. 777–784.
- Rop O., Reznicek V., Mlcek J. et al. Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit // *Hort. Sci. (Prague).* 2011. Vol. 38, N 2. P. 63–70.
- Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В.А. Тутельяна, К.И. Эллера. М.: Династия, 2010. С. 28–41.
- Жогова А.А., Перова И.Б., Самылина И.А., Эллер К.И., Раменская Г.В. Идентификация и количественное определение основных биологически активных веществ травы пустырника с помощью ВЭЖХ-масс-спектрометрии // *Хим.-фарм. журн.* 2014. Т. 48, № 7. С. 54–59.
- Жогова А.А., Самылина И.А., Эллер К.И. Изучение иридоидов в листьях вахты трехлистной // *Фармация.* 2013. № 6. С. 17–20.
- Перова И.Б., Жогова А.А., Полякова А.В., Эллер К.И., Раменская Г.В., Самылина И.А. Биологически активные вещества плодов кизила обыкновенного *Cornus mas* L. // *Вопр. питания.* 2014. Т. 83, № 5. С. 86–93.
- Bondet V., Brand-Williams W., Berset C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method // *Lebensm. Wiss. Technol.* 1997. Vol. 30. P. 609–615.
- Перова И.Б. Исследование содержания и специфического профиля антоцианинов лекарственного растительного сырья: автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук. М., 2015.
- Lee J., Finn C.E. Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars // *J. Sci. Food Agric.* 2007. Vol. 87. P. 2665–2675.
- Malodobry M., Bieniasz M., Dziedzic E. Evaluation of the yield and some components in the fruit of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis* Turcz. Freyn.) // *Folia Horticulturae Ann.* 2010. Vol. 22, N 1. P. 45–50.

References

- Bonarska-Kujawa D., Pruchnik H., Cyboran S. Biophysical mechanism of the protective effect of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Sevest.) polyphenols extracts against lipid peroxidation of erythrocyte and lipid membranes. *J Membrane Biol.* 2014; 247: 611–25.
- Jurikova T., Rop O., Mlcek J., et al. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects. *Molecules.* 2012; 17: 61–79.
- Fomenko S.E., Kushnerova N.F., Sprygin V.G., et al. Hepatoprotective activity of honeysuckle fruit extract in carbon tetrachloride intoxicated rats. *Ekspierimental'naia i Klinicheskaia Farmakologija [Experimental and Clinical Pharmacology]*. 2014; 77 (10): 26–30. (in Russian)
- Kula M., Majdan M., Radwańska A., et al. Chemical composition and biological activity of the fruits from *Lonicera caerulea* var. *edulis* «Wojtek». *AJMP (Academia Journal of Medicinal Plants)*. 2013; 1 (8): 141–8.
- Dinda B., Chowdhury D. R., Mohanta B.C. Naturally occurring iridoids, secoiridoids and their bioactivity. An updated review, part 3. *Chem Pharm Bull.* 2009; 57 (8): 765–96.
- Ren M.-T., Chen J., Song Y., et al. Identification and quantification of 32 bioactive compounds in *Lonicera* species by high performance liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *J Pharm Biomed Anal.* 2008; 48: 1351–60.
- Whitehead S.R., Bowers M.D. Iridoid and secoiridoid glycosides in a hybrid complex of bush honeysuckles (*Lonicera* spp., *Caprifoliaceae*): Implications for evolutionary ecology and invasion biology // *Phytochemistry.* 2013. Vol. 86. P. 57–63.

- caceae): Implications for evolutionary ecology and invasion biology. *Phytochemistry*. 2013; 86: 57–63.
8. Wu X., Gu L., Prior R.L., et al. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *J Agric Food Chem*. 2004; 52: 7846–56.
 9. Ye J., Su J., Chen K., et al. Comparative investigation on chemical constituents of flower bud, stem and leaf of *Lonicera japonica* Thunb. by HPLC-DAD-ESI-MS/MS and GC-MS. *J Anal Chem*. 2014; 69 (8): 777–84.
 10. Rop O., Reznicek V. Mlcek J., et al. Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit. *Hort Sci (Prague)*. 2011; 38 (2): 63–70.
 11. Methods of analysis of minor biologically active substances of food. Edited by V.A. Tutelyan, K.I. Eller. Moscow: *Dynastiya*, 2010: 28–41. (in Russian)
 12. Zhogova A.A., Perova I.B., Samylina I.A., Eller K.I., Ramenskaya G.V. Identification and quantitative determination of the main biologically active substances in motherwort herb by HPLC-mass spectrometry. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal* [Chemical-Pharmaceutical Journal]. 2014; 48 (7): 54–9. (in Russian)
 13. Zhogova A.A., Samylina I.A., Eller K.I. Investigation of iridoids in buckbean (*Menyanthes trifoliata*) leaves. *Farmatsiya (Pharmacy)*. 2013; (6): 17–20. (in Russian)
 14. Perova I.B., Zhogova A.A., Polyakova A.V., Eller K.I., Ramenskaya G.V., Samylina I.A. Biologically active substances of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.). *Voprosy pitaniia* [Problems of Nutrition]. 2014; 83 (5): 86–93. (in Russian)
 15. Bondet V., Brand-Williams W., Berset C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. *Lebensm Wiss Technol*. 1997; 30: 609–15.
 16. Perova I.B. Investigation of the content and specific profile of medicinal plant anthocyanins: Diss. Moscow, 2015. (in Russian)
 17. Lee J., Finn C.E. Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars. *J Sci Food Agric*. 2007; 87: 2665–75.
 18. Malodobry M., Bieniasz M., Dziedzic E. Evaluation of the yield and some components in the fruit of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis* Turcz. Freyn.). *Folia Horticulturae Ann*. 2010; 22 (1): 45–50.

Для корреспонденции

Хомич Людмила Михайловна – руководитель проекта
Некоммерческой организации «Российский союз
производителей соков» (РСПС)
Адрес: 125315, Россия, г. Москва, Ленинградский просп.,
д. 80, корп. 66
Телефон: (903) 256-26-03
E-mail: rsps@rsps.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4312-3559>

Хомич Л.М.¹, Перова И.Б.², Эллер К.И.²

Нутриентный профиль персикового сока-пюре

Peach juice-puree nutritional profile

Khomich L.M.¹, Perova I.B.², Eller K.I.²

¹ Некоммерческая организация «Российский союз производителей соков» (РСПС), Москва, Россия

² ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия

¹ Non-Commercial Organization “Russian Union of Juice Producers” (RSPS), Moscow, Russia

² Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

*Плоды персика (*Prunus persica* L.) содержат комплекс пищевых и биологически активных веществ (БАВ). Отжим жидкости (сока) из персиков затруднен из-за высокого содержания в них плодовой мякоти, поэтому большая часть плодов перерабатывается в пюре, являющееся основой для производства персиковой соковой продукции. Данные о содержании нутриентов в персиковых соках-пюре немногочисленны и требуют уточнения и дополнения применительно к продукции промышленного производства.*

Цель исследования – установление нутриентного профиля персикового сока-пюре.

Материал и методы. Исследование нутриентного состава персиковой соковой продукции промышленного производства. Анализ полученных результатов в совокупности с анализом данных справочников и научных публикаций для плодов персика и соков-пюре из них.

Результаты и обсуждение. Установлен нутриентный профиль персикового сока-пюре, в котором приведено содержание более 30 пищевых и БАВ. Превалирующим сахаридом в персиковом соке-пюре является сахароза, в меньших концентрациях присутствуют глюкоза и фруктоза. Кроме сахаров, в персиковом соке-пюре содержится сорбит – около 0,4 г в 100 г. Общая кислотность персикового сока-пюре невысока, в 100 г присутствует в среднем 0,5 г органических кислот, представленных большей частью L-яблочной или лимонной кислотами. Из полифенольных веществ персикового сока-пюре наиболее значимыми являются гидроксикоричные кислоты, большей частью хлорогеновые, в концентрации около 10 мг/100 г. Основной вид персиковой соковой продукции на рынке – персиковые нектары, содержащие 40–50% сока-пюре. Персиковый нектар богат витамином E – более 20% суточной потребности в порции, пищевыми волокнами (15% суточной потребности в пектинах и 5% – в пищевых волокнах), а содержание в нем гидроксикоричных кислот соответствует или превосходит

Для цитирования: Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И. Нутриентный профиль персикового сока-пюре // *Вопр. питания.* 2019. Т. 88, № 6. С. 100–109. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10070

Статья поступила в редакцию 05.11.2019. **Принята в печать** 19.11.2019.

For citation: Khomich L.M., Perova I.B., Eller K.I. Peach juice-puree nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition].* 2019; 88 (6): 100–9. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10070 (in Russian)

Received 05.11.2019. **Accepted** 19.11.2019.

уровень адекватного суточного потребления. В порции персикового нектара также в среднем содержится 7% суточной потребности человека в β -каротине, 8% – в меди, 6% – в калии.

Заключение. Наиболее значимыми с точки зрения обеспечения человека микро-нутриентами и минорными БАВ для персиковой соковой продукции являются пищевые волокна, гидроксикоричные (хлорогеновые) кислоты, β -каротин, витамин E и минеральные вещества – калий и медь.

Ключевые слова: персиковый сок, персиковый нектар, нутриентный профиль, микронутриенты, биологически активные вещества, витамин E, хлорогеновые кислоты, пищевые волокна

*Peach fruits (*Prunus persica* L.) contain a complex of nutritive and biologically active substances. The extraction of juice from peaches is relatively difficult due to the high content of fruit pulp so for the purposes of the juice industry, most peaches are processed in puree which is the basis for the production of peach juice products. Data on the nutrient content in peach juices-purees are few and require clarification and addition as applied to industrial products.*

The aim of the study was to investigate and update the composition of main nutrients of peach juice-puree.

Material and methods. The nutrient composition of peach juice products of industrial production has been studied. Analysis of the results obtained in conjunction with the analysis of the data of reference books and scientific publications regarding peach fruits and juices-purees from them has been performed.

Results and discussion. Nutrient profile of peach juice-puree has been established. The nutrient profile shows the content of more than 30 nutritive and biologically active substances. The prevailing saccharide in peach juice-puree is sucrose; glucose and fructose are present in lower concentrations. In addition to sugars, peach juice-puree contains sorbitol – about 0.4 g per 100 g. The total acidity of peach juice-puree is low, in 100 g there is an average of 0.5 g of organic acids, most of which are L-malic and citric acids. Regarding the polyphenols of peach juice-puree, the most significant are hydroxycinnamic acids, mostly chlorogenic, at the concentration of about 10 mg/100 g. The main type of peach juice products on the market are peach nectars containing 40–50% of juice-puree. Peach nectar is rich in vitamin E – more than 20% of the daily requirement per serving, dietary fiber (15% of the daily requirement for pectins and 5% of total dietary fibers), and the content of hydroxycinnamic acids in it fully satisfies or exceeds the adequate daily intake. A serving of peach nectar also contains on average 7% of daily requirement for β -carotene, 8% in copper, 6% in potassium.

Conclusion. The most significant micronutrient and minor biologically active substances for peach juice products are dietary fibers, hydroxycinnamic (chlorogenic) acids, β -carotene, vitamin E, and potassium and copper.

Keywords: peach juice, peach nectar, nutrient profile, micronutrients, biologically active substances, vitamin E, chlorogenic acids, dietary fibers

Персики являются популярным косточковым фруктом, мировое производство составляет около 25 млн т в год [1]. Сообщается, что потребление персиков снижает окислительный стресс, вызванный свободными радикалами [2], а потребление персикового сока может оказывать защитное действие при метаболических нарушениях, вызванных ожирением, включая гипергликемию, дислипидемию и резистентность к инсулину и лептину [3–5]. Такие свойства персиков и продуктов их переработки связывают в первую очередь с присутствием в них биологически активных веществ (БАВ), прежде всего полифенольных соединений [6–10].

Значительную часть плода персика составляет мякоть, состоящая из нерастворимых частиц растительной ткани; отжим жидкости (сока) из персиков затруднен, поэтому традиционно для целей соковой промышленности большая часть персиков перерабатывается в пюре, представляющее собой измельченную съедобную часть

плода, без последующего разделения на сок и мякоть. По сути, персиковое пюре представляет собой сок с очень высоким содержанием мякоти, что при описании пищевой ценности этого продукта позволяет говорить о нем как о соке-пюре. С другой стороны, можно предположить, что пищевая ценность персикового сока-пюре должна быть близка к пищевой ценности плода персика.

Данные о количественном и качественном содержании полифенольных соединений в персиках и персиковом соке-пюре встречаются в основном в публикациях, а информация о содержании сахаров, кислот, минеральных веществ и витаминов приводится в ряде справочников пищевой ценности. В отличие от данных для плодов персика, данные для персикового сока-пюре немногочисленны, в связи с этим их уточнение и дополнение актуально, особенно для персиковой соковой продукции промышленного производства.

Таблица 1. Методы исследований, использованные для определения содержания пищевых и биологически активных веществ в персиковом соке-пюре

Вещество	Метод определения
Глюкоза	ГОСТ 31669-2012 «Продукция соковая. Определение сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»
Фруктоза	
Сахароза	
Сорбит	
Лимонная кислота	ГОСТ Р 51129-98 «Соки фруктовые и овощные. Метод определения лимонной кислоты». ГОСТ 32771-2014 «Продукция соковая. Определение органических кислот методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии»
L-яблочная кислота	ГОСТ Р 51239-98 «Соки фруктовые и овощные. Метод определения L-яблочной кислоты». ГОСТ 32771-2014 «Продукция соковая. Определение органических кислот методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии»
D-изолимонная кислота	ГОСТ Р 51128-98 «Соки фруктовые и овощные. Метод определения D-изолимонной кислоты»
Калий	ГОСТ 33462-2015 «Продукция соковая. Определение натрия, калия, кальция и магния методом атомно-абсорбционной спектрометрии»
Магний	
Кальций	
Фосфор	ГОСТ Р 51430-99 «Соки фруктовые и овощные. Спектрофотометрический метод определения содержания фосфора»
Железо	ASU L00.00-144 «Determination of the minerals calcium, potassium, magnesium, sodium, phosphorus and sulfur as well as the trace elements iron, copper, manganese, zinc in foodstuff by optical emission spectrometry with inductive coupled plasma (ICP-OES)»
Медь	
Витамин С	ГОСТ 31643-2012 «Продукция соковая. Определение аскорбиновой кислоты методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»
β-Каротин	Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище Р 4.1.1672-03
Витамин Е	EN 12822:2014 «Foodstuffs – Determination of vitamin E by high performance liquid chromatography – Measurement of α-, β-, γ- and δ-tocopherols»
Гидроксикоричные кислоты	Методы анализа минорных и биологически активных веществ пищи / под ред. В.А. Тутельяна и К.И. Эллера. М.: Династия, 2010
Пектины	ГОСТ 29059-91 «Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ» IFU 26 «Pectin»
Пищевые волокна	ГОСТ 54014-2010 «Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом» Total Dietary Fiber Method : Internal, Enzymatic-gravimetry (внутренняя методика лаборатории Eurofins, Франция)

Целью работы было на основе анализа результатов исследований персиковой соковой продукции в совокупности с имеющимися данными справочников и научных публикаций установить нутриентный профиль персикового сока-пюре, включающий информацию о содержании в нем макро- и микронутриентов, органических кислот, полифенольных соединений. Статья продолжает серию публикаций о нутриентных профилях соков [11–18].

Материал и методы

Проанализирована информация из 12 справочников о содержании в плодах персика и персиковом соке-пюре макро- и микронутриентов [19–29], флавоноидов [21, 30], а также опубликованные данные исследований содержания в персиках и персиковых соках-пюре различных полифенольных соединений [10, 31–40].

Российским союзом производителей соков (РСПС) проведены исследования персиковой соковой продукции (концентрированных соков-пюре и нектаров) промышленного производства в аккредитованных лабораториях: ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Рос-

сия), Испытательном центре ГЭАЦ «СОЭКС» (Москва, Россия), лаборатории Eurofins (Нант, Франция), лаборатории GfL (Берлин, Германия), а также в научно-исследовательских центрах и производственных лабораториях членов РСПС (ООО «Пепсико Холдингс», АО «Мултон», АО «ПРОГРЕСС»). Определяемые вещества и методы, использованные для исследований, приведены в табл. 1. При оценке содержания нутриентов в персиковом соке-пюре проводился пересчет полученных значений в соответствии с информацией о степени концентрирования (для концентрированных соков-пюре) или о содержании сока-пюре (для нектаров).

Результаты и обсуждение

Углеводы (моно-, дисахариды и сахароспирты)

Моно- и дисахариды плодов персика и персикового сока-пюре представлены глюкозой, фруктозой и сахарозой [19–24]. Также присутствует многоатомный спирт сорбит [19–21, 25], который, в соответствии с законодательством в области маркировки пищевой продукции (ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки») наряду с сахарами учитывается в сумме

Таблица 2. Содержание моно-, дисахаридов, сорбита в плодах персика (съедобная часть) и в персиковом соке-пюре, г/100 г [M (min–max)]

Источник	Продукт	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Суммарно моно- и дисахариды	Сорбит
[19]	Персиковый сок-пюре	(0,75–2,5)	(1,0–3,2)	(1,2–6,0)	–	(0,15–0,5)
[20]	Персиковый сок	0,964	1,148	6,722	8,834	0,642
[21]	Персик	1,035 (0,72–1,5)	1,234 (0,86–1,8)	5,727 (4,5–6,8)	8,0	0,89 (0,5–0,9)
[22]	Персик	0,9	0,9	4,2	6,0	–
[23]	Персик	1,35 (1,1–1,6)	1,8 (1,3–2,3)	4,65 (3,4–5,9)	7,8	–
[24]	Персик	1,4	1,3	5,1	7,8	–
[25]	Персик	–	–	–	8,16	0,84
[40]	Персик	(0,87–1,29)	(1,03–1,38)	(8,64–11,5)	(10,8–15,7)	(0,15–2,98)
n=497	Персиковый сок-пюре	1,6 (0,7–3,4)	1,8 (0,7–3,2)	4,2 (0,9–7,9)	7,6 (2,4–10,7)	0,36 (0,05–1,31)

углеводов при указании информации о пищевой ценности продукта. Исследование мякоти персиков 9 разных сортов [31] показало, что содержание сорбита может значительно различаться.

Данные литературы по содержанию сахаров и сорбита в персиковом соке-пюре сопоставимы с данными, приведенными для плодов персика. Результаты исследований персиковых соков-пюре промышленного производства в целом соответствуют информации из справочников как для персикового сока-пюре, так и для плодов персика (табл. 2). Суммарное содержание моно- и дисахаридов в персиковом соке-пюре, по данным исследований, составляет в среднем 7,6 г/100 г, сорбита – 0,4 г/100 г. Для большинства персиковых соков-пюре соотношение глюкозы, фруктозы и сахарозы близко к 1:1,1:2.

Пищевые волокна

В персиковых соках-пюре, используемых для производства соковой продукции, всегда присутствуют пищевые волокна – растворимые (пектины) и нерастворимые (целлюлоза). Пектины растворены во внутриклеточной жидкости плода (соке), а целлюлоза является составной частью мякоти – нерастворимых частиц плодовой ткани.

Данные по содержанию пектинов в персиковом соке-пюре в изученных источниках отсутствуют. Содержание пектинов в съедобной части плода персика приводится в [21] и составляет 0,35–0,8 г/100 г, в среднем 0,78 г/100 г. Суммарное содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон в персиковом соке-пюре, по данным [26], составляет около 1,0 г/100 г, для плодов в справочниках указываются значения в интервале 1,1–2,1 г/100 г [22–25, 28, 29]. Исследования персиковой соковой продукции (n=11) показывают присутствие в персиковом соке-пюре пектинов на уровне 0,06–0,32 г/100 г (M=0,25 г/100 г), что ниже имеющихся данных для плодов персика,

а общее содержание пищевых волокон – на уровне 1,0–1,6 г/100 г (M=1,3 г/100 г), что соответствует данным литературы как для сока-пюре, так и для плодов.

Органические кислоты

Органические кислоты в персике и персиковом соке-пюре представлены большей частью L-яблочной и лимонной кислотами [19, 21]. В значительно меньших концентрациях присутствует D-изолимонная кислота [19], и может наблюдаться присутствие хинной кислоты [31]. Общее содержание кислот зависит от сорта [31] и степени зрелости плода [19].

Исследования персиковых соков-пюре промышленного производства показывают, что содержание в них лимонной, L-яблочной и D-изолимонной кислот соответствует данным литературы для плодов персика и персикового сока-пюре (табл. 3). В среднем содержание кислот в персиковом соке-пюре промышленного производства составляет около 0,5 г/100 г.

Калий

По данным справочников, в 100 г персикового сока-пюре содержится 140–330 мг калия [19, 20, 26, 27]. Эти значения сопоставимы с данными для плодов персика – 138–363 мг/100 г [20–25, 27–29]. Результаты исследований продукции промышленного производства показывают присутствие калия в персиковых соках-пюре на этом уровне (табл. 4).

Кальций

Содержание кальция в персиковом соке-пюре, по данным справочников, составляет 4–15 мг/100 г [19, 20, 26, 27], что соответствует данным для плодов персика – 2,81–12,8 мг/100 г [20–25, 27–29]. По результатам исследований продукции промышленного производства

Таблица 3. Содержание лимонной, L-яблочной, D-изолимонной кислот в плодах персика (съедобная часть) и в персиковом соке-пюре, г/100 г [M (min–max)]

Источник	Продукт	Лимонная кислота	L-яблочная кислота	D-изолимонная кислота	Суммарно
[19]	Персиковый сок-пюре	(0,15–0,5)	(0,2–0,6)	(0,003–0,016)	–
[21]	Персик	0,24 (0,16–0,32)	0,33 (0,28–0,37)	–	0,57
[31]	Персик	(0,03–0,41)	(0,4–1,03)	–	(0,59–1,42)
n=475	Персиковый сок-пюре	0,17 (0,02–0,5)	0,37 (0,1–1,05)	0,004 (0,001–0,008)	0,54 (0,2–1,35)

Таблица 4. Содержание макро- и микроэлементов в персиковом соке-пюре, мг/100 г [M (min-max)]

Продукт	Макроэлементы				Микроэлементы	
	калий (n=117)	кальций (n=46)	магний (n=46)	фосфор (n=8)	железо (n=7)	медь (n=7)
Персиковый сок-пюре	196,7 (129–291,7)	10,4 (2,7–25,9)	10,8 (6,8–17,3)	16,7 (10,7–19,5)	0,36 (0,30–0,51)	0,07 (0,03–0,086)

Таблица 5. Содержание витаминов в персиковом соке-пюре, мг/100 г [M (min-max)]

Продукт	Витамин С (n=7)	β-Каротин (n=7)	Витамин Е (n=7)
Персиковый сок-пюре	6,3 (0,2–19,8)	0,26 (0,14–0,38)	1,76 (1,44–1,97)

(см. табл. 4) содержание кальция в персиковом соке-пюре в целом соответствует данным литературы, при этом в ряде случаев наблюдаются более высокие значения, что может быть связано с поступлением кальция из воды при восстановлении сока-пюре.

Магний

Диапазон содержания магния в персиковом соке-пюре, согласно справочным данным, составляет 5–12 мг/100 г [19, 20, 26, 27] и сопоставим с информацией для плодов – 4,7–16 мг/100 г [20–25, 27–29]. Содержание магния в персиковом соке-пюре промышленного производства (см. табл. 4) согласуется с данными литературы.

Фосфор

Результаты исследований содержания фосфора в персиковом соке-пюре промышленного производства (см. табл. 4) соответствуют данным справочников о его содержании в соке-пюре (11–23 мг/100 г [19, 20, 26, 27]) и плодах (12–25,3 мг/100 г [20–25, 28, 29]).

Железо

Содержание железа в персиковом соке-пюре, согласно данным справочников, 0,316–0,6 мг/100 г [20, 26], что близко к данным для плодов персика (0,16–0,6 мг/100 г) [20–22, 27–29]. Исследования показывают стабильные согласующиеся значения содержания железа в персиковом соке-пюре промышленного производства (см. табл. 4).

Медь

Согласно [20], содержание меди в персиковом соке-пюре в среднем составляет 0,069 мг/100 г. Для

плодов персика данные более многочисленны, диапазон содержания имеет значительный разброс – от 0,021 до 0,17 мг/100 г [20–23, 25, 27–29]. Исследования продукции промышленного производства (см. табл. 4) показывают, что содержание меди в персиковом соке-пюре находится в интервале 0,03–0,086 мг/100 г.

Витамин С

Содержание витамина С в плодах персика, по данным литературы, варьирует от 4 до 29 мг в 100 г [20–25, 28, 29]. Такой разброс в значениях может быть связан с природными колебаниями содержания этого витамина в персиках разных сортов [40]. Содержание витамина С в персиковом соке-пюре, согласно справочникам, находится на более низком уровне – от 1,7 до 6 мг/100 г [20, 26, 27]. Это может быть обусловлено разрушением витамина С в ходе тепловой обработки и при хранении продукта. Исследование персиковой соковой продукции (табл. 5) показывает, что содержание в ней витамина С находится на уровне в среднем 6,3 мг в 100 г, при этом полученные значения лежат в широком интервале (см. табл. 5).

β-Каротин

По данным справочников, содержание β-каротина в персиковом соке-пюре составляет в среднем 0,08–0,3 мг/100 г [20, 26, 27]. Эти значения соответствуют данным для плодов персика: интервал содержания 0,037–0,5 мг/100 г, в среднем 0,08–0,16 мг/100 г [20–25, 27–29] и в целом полученным результатам исследований персиковой соковой продукции промышленного производства (см. табл. 5).

Витамин Е

Содержание витамина Е в персиковом соке-пюре, по данным справочников, составляет в среднем 0,8–1,0 мг/100 г [20, 27], что согласуется с данными для плодов (интервал содержания 0,32–1,8 мг/100 г) [20–25, 27–29]. Исследования персиковой соковой продукции (см. табл. 5) подтверждают относительно высокое содержание витамина Е в персиковом соке-пюре, полученные значения находятся ближе к верхней границе справочных данных или превышают ее.

Таблица 6. Содержание гидроксикоричных кислот в персиковом соке-пюре, мг/100 г

Гидроксикоричная кислота	Содержание [M (min-max)]
Хлорогеновые кислоты (суммарно)	9,71 (6,36–12,16)
В том числе:	
– хлорогеновая (5-кофеоилхинная)	5,90 (3,67–8,08)
– неохлорогеновая (3-кофеоилхинная)	2,84 (1,98–4,42)
– криптохлорогеновая (4-кофеоилхинная)	0,98 (0,71–1,35)

Таблица 7. Энергетическая ценность, содержание макронутриентов и органических кислот в персиковом соке-пюре (для сока-пюре с содержанием растворимых сухих веществ 10,5%)

Показатель	Содержание в среднем, в 100 г
Энергетическая ценность, кДж/ккал	167/40
Углеводы ¹ , г	8,0
Сахара ² , г	7,6
Белок*, г	0,6
Жиры*, г	<0,5
Органические кислоты ³ , г	0,5
Пищевые волокна* ⁴ , г	1,3
– в том числе пектины	0,25

Примечание. * – значение основано на данных литературы.

¹ Углеводы персикового сока-пюре представлены сахарами (глюкозой, фруктозой, сахарозой). Также в персиковом соке-пюре содержится многоатомный спирт сорбит (около 0,4 г/100 г).

² Сахара персикового сока-пюре представлены глюкозой, фруктозой, сахарозой в соотношении 1:1,1:2 (в среднем). Содержание глюкозы варьирует в пределах 0,75–2,5 г/100 г, фруктозы – 1–3,2 г/100 г, сахарозы – 1,2–6 г/100 г.

³ Органические кислоты персикового сока-пюре представлены большей частью лимонной и L-яблочной кислотами. Содержание лимонной кислоты варьирует в пределах 0,15–0,5 г/100 г, L-яблочной кислоты – 0,2–0,6 г/100 г. Также в персиковом соке-пюре присутствует D-изолимонная кислота (0,003–0,016 г/100 г).

⁴ Пищевые волокна. В персиковом соке-пюре содержатся растворимые пищевые волокна (пектины) и нерастворимые пищевые волокна (целлюлоза). Содержание нерастворимых пищевых волокон в персиковом соке-пюре может варьировать в зависимости от содержания в нем мякоти.

Полифенольные соединения

Согласно данным литературы, в плодах персика присутствуют различные полифенольные соединения; общее содержание полифенолов, как и содержание отдельных веществ, в значительной степени зависит от сортовых особенностей персика [10, 31–34]. Наибольшее значение из присутствующих в плодах персика полифенолов имеют гидроксикоричные кислоты (в основном хлорогеновые) и их производные [21, 31, 35–38]. Содержание гидроксикоричных кислот, по данным разных источников, варьирует от 3,45 до 23 мг/100 г [21, 31, 32, 37, 38]. Также имеются данные о высоком содержании флавоноидов, в первую очередь катехинов – 0,53–22,4 мг/100 г, в среднем 7–9 мг/100 г [30, 32], в других источниках приводятся более низкие значения – от 0,1 до 1,7 мг/100 г [31, 36]. В персике обнаруживаются проантоцианидины в количествах 0,025–2,71 мг в 100 г [10, 36, 38], мирицетин на уровне 0,18 мг/100 г [36], антоцианы – до 0,28 мг/100 г [10, 31]. Флавонолы представлены кверцетином и кемпферолом в концентрациях соответственно до 5 и до 0,65 мг/100 г [21, 30, 32, 36, 38]. Общее содержание полифенольных соединений в плодах персика, по данным разных источников, имеет значительный разброс и составляет от 6,4 до 238,6 мг/100 г [10, 31, 32, 38, 39]. С целью уточнения данных литературы применительно к персиковому соку-пюре промышленного производства было проведено исследование содержания гидроксикоричных кислот в 7 образцах персиковой соковой продукции. Суммарное содержание гидроксикоричных кислот (неохлорогеновой, хлорогеновой и криптохлорогеновой) в персиковом соке-пюре составило 6,36–12,16 мг/100 г, что соответствует данным литературы для плодов персика. Большая часть гидроксикоричных кислот персикового сока-пюре, согласно исследованиям, приходится на хлорогеновую (5-кофеоилхинную) кислоту, в среднем

60% суммарного содержания гидроксикоричных кислот, далее следует неохлорогеновая (3-кофеоилхинная) кислота – около 30%.

Нутриентный профиль персикового сока-пюре

Нутриентный профиль персикового сока-пюре включает информацию о содержании в нем макро- и микронутриентов, органических кислот, минорных БАВ. При определении значений, вносимых в нутриентный профиль, приоритетными являются данные исследований продукции промышленного производства.

Нутриентный профиль персикового сока-пюре представлен в табл. 7 и 8. Представленная информация может использоваться при некоммерческих коммуникациях и не может использоваться в других целях, в том числе в целях маркировки продукции.

Заключение

На основе анализа данных литературы и результатов исследований персиковой соковой продукции представлен нутриентный профиль персикового сока-пюре, где приведено содержание более 30 пищевых и БАВ. Наиболее значимыми с точки зрения обеспечения человека микронутриентами и минорными БАВ для персикового сока-пюре являются гидроксикоричные кислоты, пищевые волокна, витамин Е, β-каротин, а также минеральные вещества – калий и медь.

Основной вид персиковой соковой продукции на рынке – персиковые нектары, содержащие, как правило, 40–50% сока-пюре. В порции (200–250 мл) персикового нектара в среднем содержится около 20% суточной потребности в витамине Е, 7% суточной потребности в β-каротине, 15% – в пектинах и 5% в общих пищевых волокнах. Среднее содержание меди

Таблица 8. Содержание микронутриентов и минорных биологически активных веществ в персиковом соке-пюре, мг/100 г

Вещество	Min	Max	В среднем
<i>Макроэлементы</i>			
К (калий)	140	330	200
Са (кальций)	4	15	10
Mg (магний)	5	15	10
P (фосфор)	11	23	17
<i>Микроэлементы</i>			
Fe (железо)	0,16	0,6	0,4
Zn (цинк)*	0,1	0,5	0,2
Cu (медь)	0,02	0,17	0,07
Mn (марганец)*	0,03	0,09	0,06
I (йод)*	0,0001	0,002	0,001
Se (селен)*	–	–	0,0005
<i>Водорастворимые витамины</i>			
C	Н/о	20	6
V ₁ (тиамин)*	0,01	0,04	0,02
V ₂ (рибофлавин)*	0,02	0,08	0,04
Ниацин*	0,5	1,0	0,6
V ₆ (пиридоксин)*	0,02	0,06	0,025
Фолаты*	0,002	0,004	0,0025
Пантотеновая кислота*	0,09	0,22	0,16
Биотин*	0,0005	0,002	0,001
<i>Жирорастворимые витамины</i>			
β-Каротин	0,04	0,7	0,26
E	0,3	2,0	1,8
K*	0,001	0,006	0,0025
<i>Полифенольные соединения¹</i>			
Фенольные кислоты ²			
Гидроксикоричные кислоты	1	23	10

Примечание. * – значение основано на данных литературы; Н/о – не обнаруживается на уровне предела обнаружения используемых методов.

¹ Полифенольные соединения. Согласно данным литературы, в персиках и в персиковых соках-пюре могут содержаться флавоноиды: кемпферол, кверцетин, катехины, мирицетин, антоцианы, проантоцианидины, а также фенольные кислоты. Количественное содержание отдельных соединений и общее количественное содержание полифенольных веществ в персиках и персиковых соках-пюре имеет значительный разброс.

² Фенольные кислоты персикового сока-пюре представлены в основном гидроксикоричными кислотами: хлорогеновой, неохлорогеновой и криптохлорогеновой.

в порции персикового нектара составляет 8% от суточной потребности, калия – 6% (суточная потребность по [40] и [41]). Содержание гидроксикоричных кислот в порции полностью соответствует или превышает уровень адекватного суточного потребления (согласно [42]).

Полученные данные могут быть полезны для уточнения таблиц химического состава продуктов.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Сведения об авторах

Хомич Людмила Михайловна (*Khomich Lyudmila M.*) – руководитель проекта Некоммерческой организации «Российский союз производителей соков» (РСПС) (Москва, Россия)

E-mail: l.homich@rsps.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4312-3559>

Перова Ирина Борисовна (*Perova Irina B.*) – кандидат фармацевтических наук, научный сотрудник лаборатории метаболизма и протеомного анализа ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: Erin.Feather@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5975-1376>

Эллер Константин Исаакович (*Eller Konstantin I.*) – доктор химических наук, руководитель лаборатории метаболизма и протеомного анализа ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, Россия)

E-mail: eller@ion.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1046-4442>

Литература

1. FAO STAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (дата обращения: 24.10.2019)
2. Vinholes J., Gelain D.P., Vizzotto M. Stone fruits as a source of bioactive compounds // *Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables* / eds L.R. Silva, B. Silva. Sharjah, UAE : Bentham Science Publishers, 2016. Ch. 4. P. 110–142.
3. Sun J., Chu Y.-F., Wu X., Liu R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits // *J. Agric. Food Chem.* 2002. Vol. 50, N 25. P. 7449–7454.
4. Noratto G., Martino H.S.D., Simbo S., Byrne D., Mertens-Talcoff S.U. Consumption of polyphenol-rich peach and plum juice prevents risk factors for obesity-related metabolic disorders and cardiovascular disease in Zucker rats // *J. Nutr. Biochem.* 2015. Vol. 26, N 6. P. 633–641.
5. Amaya-Cruz D.M., Rodríguez-González S., Pérez-Ramírez I.F., Loarca-Piña G., Amaya-Llano S., Gallegos-Corona M.A. et al. Juice by-products as a source of dietary fibre and antioxidants and their effect on hepatic steatosis // *J. Funct. Foods.* 2015. Vol. 17. P. 93–102.
6. Rodríguez-González S., Pérez-Ramírez I.F., Amaya-Cruz D.M., Gallegos-Corona M.A., Ramos-Gomez M., Mora O. et al. Polyphenol-rich peach (*Prunus persica* L.) by-product exerts a greater beneficial effect than dietary fiber-rich by-product on insulin resistance and hepatic steatosis in obese rats // *J. Funct. Foods.* 2018. Vol. 45. P. 58–66.
7. Zhao X.Y., Zhang W.N., Yin X.R., Su M.S., Sun C.D., Li X. et al. phenolic composition and antioxidant properties of different peach *Prunus persica* (L.) Batsch cultivars in China // *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16, N 3. P. 5762–5778.
8. Crozier, A., Jaganath I.B., Clifford, M.N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health // *Nat. Prod. Rep.* 2009. Vol. 26. P. 1001–1043.
9. Gil M.I., Tomás-Barberán F.A., Hess-Pierce B., Kader A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California // *J. Agric. Food Chem.* 2002. Vol. 50. P. 4976–4982.
10. Noratto G., Porter W., Byrne D., Cisneros-Zevallos L. Polyphenolics from peach (*Prunus persica* var. Rich Lady) inhibit tumor growth and metastasis of MDA-MB-435 breast cancer cells in vivo // *J. Nutr. Biochem.* 2014. Vol. 25. P. 796–800.
11. Zhang X., Su M., Du J., Zhou H., Li X., Li X. et al. Comparison of phytochemical differences of the pulp of different peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars with alpha-glucosidase inhibitory activity variations in China using UPLC-Q-TOF/MS // *Molecules.* 2019. Vol. 24, N 10. Article ID 1968. doi: 10.3390/molecules24101968
12. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б. Нутриентный профиль яблочного сока // *Вопр. питания.* 2017. Т. 86, № 4. С. 125–136.
13. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б. Нутриентный профиль апельсинового сока // *Вопр. питания.* 2017. Т. 86, № 6. С. 103–113.
14. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Бекетова Н.А. Нутриентный профиль томатного сока // *Вопр. питания.* 2018. Т. 87, № 2. С. 53–64.
15. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И. Нутриентный профиль вишневого сока // *Вопр. питания.* 2018. Т. 87, № 4. С. 78–86.
16. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И. Нутриентный профиль грейпфрутового сока // *Вопр. питания.* 2018. Т. 87, № 5. С. 85–94.
17. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И. Нутриентный профиль виноградного сока // *Вопр. питания.* 2018. Т. 87, № 6. С. 95–105.
18. Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И. Нутриентный профиль ананасового сока // *Вопр. питания.* 2019. Т. 88, № 2. С. 76–85.
19. Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И. Нутриентный профиль гранатового сока // *Вопр. питания.* 2019. Т. 88, № 5. С. 80–92.
20. Свод правил для оценки качества фруктовых и овощных соков. АИЖН (Европейская ассоциация производителей фруктовых соков). Пер. на русский язык – Некоммерческая организация «Российский союз производителей соков» (РСПС). М. : Планета, 2019.
21. German Nutrient Database: BLS online portal. URL: <https://www.vitamine.com/lebensmittel/> (дата обращения: 24.10.2019)
22. Souci S. W., Fachmann W., Kraut H., revised by Kirchhoff E. Food Composition and Nutrition Tables, based on the 7th ed. Stuttgart : Medpharm GmbH Scientific Publishers, 2008. 1197 p.
23. Banca Dati di Composizione degli Alimenti per Studi Epidemiologici in Italia (BDA) (Италия). URL: <http://www.bdaieo.it/test/SearchForName.aspx?Lan=Eng>. (дата обращения: 24.10.2019)
24. Fodevaredata, DTU Fodevareinstituttet (Дания). URL: <http://www.food.dtu.dk/Fejl/Fejl.aspx?aspxerrorpath=> (дата обращения: 24.10.2019)
25. Fineli Finnish Food Composition Database. URL: <https://fineli.fi/fineli/fi/index> (дата обращения: 24.10.2019)
26. Table C1qual, Composition Nutritionnelle des aliments de ANSES (Франция). URL: <https://pro.anses.fr/TableC1QUAL/index.htm> (дата обращения: 24.10.2019)
27. Slovak Online Food Composition Database with Free Access for Public. URL: <http://www.pbd-online.sk/en> (дата обращения: 05.02.2019)
28. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник. М. : ДеЛи принт, 2007.
29. The Swedish Food Composition Database, Livsmedelsverket (Швеция). URL: <https://www.livsmedelsverket.se/en/food-and-content/naringsamnen/livsmedelsdatabasen> (дата обращения: 24.10.2019)
30. Norwegian Food Composition table. 2012. URL: <http://www.matvaretabellen.no/> (дата обращения: 24.10.2019)
31. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. URL: <https://data.nal.usda.gov/dataset/usda-database-flavonoid-content-selected-foods-release-32-november-2015> (дата обращения: 24.10.2019)
32. Saidani F., Giménez R., Aubert C., Chalot G., Betrán J.A., Gogorcena Y. Phenolic, sugar and acid profiles and the antioxidant composition in the peel and pulp of peach fruits // *J. Food Compos. Anal.* 2017. Vol. 62. P. 126–133. doi: 10.1016/j.jfca.2017.04.015
33. Liao X., Greenspan P., Pegg R.B. Characterizing the phenolic constituents and antioxidant capacity of Georgia peaches // *Food Chem.* 2019. Vol. 271. P. 345–353. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.07.163
34. Drogoudi P., Gerasopoulos D., Kafkaletou M., Tsantili E. Phenotypic characterization of qualitative parameters and antioxidant contents in peach and nectarine fruit and changes after jam preparation // *J. Sci. Food Agric.* 2017. Vol. 97, N 10. P. 3374–3383. doi: 10.1002/jsfa.8188
35. Delpino-Rius A., Eras J., Gatiús F., Balcells M., Canela-Garayoa R. Combined analysis of primary metabolites and phenolic compounds to authenticate commercial monovarietal peach purees and pear juices // *Molecules.* 2019. Vol. 24, N 18. Article ID 3289. doi: 10.3390/molecules24183289
36. Mokrani A., Krisa S., Cluzet S., Da Costa G., Temsamani H., Renouf E. et al. Phenolic contents and bioactive potential of peach fruit extracts // *Food Chem.* 2016. Vol. 202. P. 212–220.
37. Fernandez de Simon B., Perez-Ilzarbe J., Hernandez T., Gomez-Cordoves C., Estrella I. Importance of phenolic compounds for the characterization of fruit juices // *J. Agric. Food Chem.* 1992. Vol. 40. P. 1531–1535.
38. Gu C., Howell K., Dunshea F.R., Suleria H.A. R. LC-ESI-QTOF/MS characterisation of phenolic acids and flavonoids in polyphenol-rich fruits and vegetables and their potential antioxidant activi-

- ties // *Antioxidants*. 2019. Vol. 8, N 9. Article ID 405. doi: 10.3390/antiox8090405
39. Aubert C., Chalot G., Lurol S., Ronjon A., Cottet V. Relationship between fruit density and quality parameters, levels of sugars, organic acids, bioactive compounds and volatiles of two nectarine cultivars, at harvest and after ripening // *Food Chem*. 2019. Vol. 297. Article ID 124954. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.124954
40. Wang X., Wang S., Wang W., Ge Z., Zhang L., Li C. et al. Comparison of the effects of dynamic high-pressure microfluidization and conventional homogenization on the quality of peach juice // *J. Sci. Food Agric*. 2019. doi: 10.1002/jsfa.9874
41. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» (утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881).
42. Методические рекомендации Роспотребнадзора МР 2.3.1.2432-08 от 18.12.2008 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».
43. Методические рекомендации Роспотребнадзора МР 2.3.1.1915-04 от 02.07.2004 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ».

References

1. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. (date of access October 24, 2019)
2. Vinholes J., Gelain D.P., Vizzotto M. Stone fruits as a source of bioactive compounds. Edited by L.R. Silva, B. Silva. *Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables*. Sharjah, UAE: Bentham Science Publishers, 2016; Ch. 4: 110–42.
3. Sun J., Chu Y.-F., Wu X., Liu R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *J Agric Food Chem*. 2002; 50 (25): 7449–54.
4. Noratto G., Martino H.S.D., Simbo S., Byrne D., Mertens-Talcott S.U. Consumption of polyphenol-rich peach and plum juice prevents risk factors for obesity-related metabolic disorders and cardiovascular disease in Zucker rats. *J Nutr Biochem*. 2015; 26 (6): 633–41.
5. Amaya-Cruz D.M., Rodríguez-González S., Pérez-Ramírez I.F., Loarca-Piña G., Amaya-Llano S., Gallegos-Corona M.A., et al. Juice by-products as a source of dietary fibre and antioxidants and their effect on hepatic steatosis. *J Funct Foods*. 2015; 17: 93–102.
6. Rodríguez-González S., Pérez-Ramírez I.F., Amaya-Cruz D.M., Gallegos-Corona M.A., Ramos-Gomez M., Mora O., et al. Polyphenol-rich peach (*Prunus persica* L.) by-product exerts a greater beneficial effect than dietary fiber-rich by-product on insulin resistance and hepatic steatosis in obese rats. *J Funct Foods*. 2018; 45: 58–66.
7. Zhao X.Y., Zhang W.N., Yin X.R., Su M.S., Sun C.D., Li X., et al. phenolic composition and antioxidant properties of different peach *Prunus persica* (L.) Batsch cultivars in China. *Int J Mol Sci*. 2015; 16 (3): 5762–78.
8. Crozier, A., Jaganath I.B., Cliord, M.N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Nat Prod Rep*. 2009; 26: 1001–43.
9. Gil M.I., Tomás-Barberán F.A., Hess-Pierce B., Kader A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J Agric Food Chem*. 2002; 50: 4976–82.
10. Noratto G., Porter W., Byrne D., Cisneros-Zevallos L. Polyphenolics from peach (*Prunus persica* var. Rich Lady) inhibit tumor growth and metastasis of MDA-MB-435 breast cancer cells in vivo. *J Nutr Biochem*. 2014; 25: 796–800.
11. Zhang X., Su M., Du J., Zhou H., Li X., Li X., et al. Comparison of phytochemical differences of the pulp of different peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivars with alpha-glucosidase inhibitory activity variations in China using UPLC-Q-TOF/MS. *Molecules*. 2019; 24 (10): 1968. doi: 10.3390/molecules24101968.
12. Ivanova N.N., Khomich L.M., Perova I.B. Apple juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2017; 86 (4): 125–36. (in Russian)
13. Ivanova N.N., Khomich L.M., Perova I.B. Orange juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2017; 86 (6): 103–13. (in Russian)
14. Ivanova N.N., Khomich L.M., Beketova N.A. Tomato juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2018; 87 (2): 53–64. (in Russian)
15. Ivanova N.N., Khomich L.M., Perova I.B., Eller K.I. Cherry juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2018; 87 (4): 78–86. (in Russian)
16. Ivanova N.N., Khomich L.M., Perova I.B., Eller K.I. Grapefruit juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2018; 87 (5): 85–94. (in Russian)
17. Ivanova N.N., Khomich L.M., Perova I.B., Eller K.I. Grape juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2018; 87 (6): 95–105. (in Russian)
18. Ivanova N.N., Khomich L.M., Perova I.B., Eller K.I. Pineapple juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2019; 88 (2): 76–85. (in Russian)
19. Khomich L.M., Perova I.B., Eller K.I. Pomegranate juice nutritional profile. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2019; 88 (5): 80–92. (in Russian)
20. Code of Practice for Evaluation of Fruit and Vegetables Juices. AIJN. Transl. into Russian by RSPS. Moscow: Planeta, 2019. (in Russian)
21. German Nutrient Database: BLS online portal. URL: <https://www.vitaminedb.com/lebensmittel/> (date of access October 24, 2019)
22. Souci S. W., Fachmann W., Kraut H., revised by Kirchhoff E. Food composition and nutrition tables, based on the 7th ed. Stuttgart: Medpharm GmbH Scientific Publishers, 2008: 1197 p.
23. Banca Dati di Composizione degli Alimenti per Studi Epidemiologici in Italia (BDA) (Italy). URL: <http://www.bdaieo.it/test/SearchForName.aspx?Lan=Eng> (date of access October 24, 2019)
24. Fodevaredata, DTU Fodevareinstituted (Denmark). URL: <http://www.food.dtu.dk/Fejl/Fejl.aspx?aspxerrorpath=/> (date of access October 24, 2019)
25. Fineli Finnish Food Composition Database. URL: <https://fineli.fi/fineli/fineli/index> (date of access October 24, 2019)
26. Table Ciqua, Composition Nutritionnelle des aliments de ANSES (France). URL: <https://pro.anses.fr/TableCIQUAL/index.htm> (date of access October 24, 2019)
27. Slovak Online Food Composition Database with Free Access for Public. URL: <http://www.pbd-online.sk/en> (date of access February 05, 2019)
28. Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. Tables of the chemical composition and caloric content of Russian food: Handbook. Moscow: DeLi print, 2007. (in Russian)
29. The Swedish Food Composition Database, Livsmedelsverket (Sweden). URL: <https://www.livsmedelsverket.se/en/food-andcontent/naringsamnen/livsmedelsdatabasen>. (date of access October 24, 2019)
30. Norwegian Food Composition table. 2012. URL: <http://www.matvaretabellen.no/> (date of access October 24, 2019)
31. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. URL: <https://data.nal.usda.gov/dataset/usda-database-flavonoid-content-selected-foods-release-32-november-2015>. (date of access October 24, 2019)
32. Saidani F., Giménez R., Aubert C., Chalot G., Betrán J.A., Gogorcena Y. Phenolic, sugar and acid profiles and the antioxidant composition in the peel and pulp of peach fruits. *J Food Compos Anal*. 2017; 62: 126–33. doi: 10.1016/j.jfca.2017.04.015

33. Liao X., Greenspan P., Pegg R.B. Characterizing the phenolic constituents and antioxidant capacity of Georgia peaches. *Food Chem.* 2019; 271: 345–53. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.07.163
34. Drogoudi P., Gerasopoulos D., Kafkaleto M., Tsantili E. Phenotypic characterization of qualitative parameters and antioxidant contents in peach and nectarine fruit and changes after jam preparation. *J Sci Food Agric.* 2017; 97 (10): 3374–83. doi: 10.1002/jsfa.8188
35. Delpino-Rius A., Eras J., Gatius F., Balcells M., Canela-Garayoa R. Combined analysis of primary metabolites and phenolic compounds to authenticate commercial monovarietal peach purees and pear juices. *Molecules.* 2019; 24 (18): 3289. doi: 10.3390/molecules24183289
36. Mokrani A., Krisa S., Cluzet S., Da Costa G., Temsamani H., Renouf E., et al. Phenolic contents and bioactive potential of peach fruit extracts. *Food Chem.* 2016; 202: 212–20.
37. Fernandez de Simon B., Perez-Izarbe J., Hernandez T., Gomez-Cordoves C., Estrella I. Importance of phenolic compounds for the characterization of fruit juices. *J Agric Food Chem.* 1992; 40: 1531–5.
38. Gu C., Howell K., Dunshea F.R., Suleria H.A. R. LC-ESI-QTOF/MS characterisation of phenolic acids and flavonoids in polyphenol-rich fruits and vegetables and their potential antioxidant activities. *Antioxidants.* 2019; 8 (9): 405. doi: 10.3390/antiox8090405
39. Aubert C., Chalot G., Lurol S., Ronjon A., Cottet V. Relationship between fruit density and quality parameters, levels of sugars, organic acids, bioactive compounds and volatiles of two nectarine cultivars, at harvest and after ripening. *Food Chem.* 2019; 297: 124954. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.124954
40. Wang X., Wang S., Wang W., Ge Z., Zhang L., Li C., et al. Comparison of the effects of dynamic high-pressure microfluidization and conventional homogenization on the quality of peach juice. *J Sci Food Agric.* 2019. doi: 10.1002/jsfa.9874
41. Technical regulations of the Customs Union TR TC 022/2011 «Food products in terms of its marking» (approved by the Decision of the Commission of the Customs Union of December 9, 2011 No. 881). (in Russian)
42. Methodical recommendations Rospotrebnadzor MR 2.3.1.2432-08 dated 18.12.2008 «Norms of physiological needs in energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation». (in Russian)
43. Methodical recommendations Rospotrebnadzor MR 2.3.1.1915-04 dated 02.07.2004 «Recommended levels of consumption of food and biologically active substances». (in Russian)

Указатель статей, опубликованных в журнале «Вопросы питания» за 2019 год

№ 1

ОБЗОРЫ

Козлов А.И.

Связанные с потреблением углеводных продуктов нутрициологические и генетические риски развития ожирения у коренных северян

Сокурено М.С., Соловьева Н.Л., Бессонов В.В., Мазо В.К.

Полифенольные соединения класса стильбеноидов: классификация, представители, содержание в растительном сырье, особенности структуры, использование в пищевой промышленности и фармации

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ

Атякшин Д.А., Алексеева Н.Т., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б.

Состояние коллагеновых волокнистых структур экстрацеллюлярного матрикса соединительной ткани желудка и кишечника мышей после 30-суточного орбитального полета

Ильичева Е.Ю., Канаш Л.А., Тимирова З.Р.,

Цымбаленко Н.В., Орлов Ю.А., Клюева Н.Н.,

Скоморохова Е.А., Денисенко А.Д., Пучкова Л.В.

Особенности метаболизма меди у крыс, содержащихся на низко- или высококалорийном рационе

Сидорова Ю.С., Петров Н.А., Зорин С.Н., Саркисян В.А.,

Мазо В.К., Кочеткова А.А.

Новый функциональный пищевой ингредиент – липидный модуль, источник астаксантина и плазмалогенов

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Тышко Н.В., Садыкова Э.О., Груздев Д.С., Сухачева М.В.

Мультиплексная полимеразная цепная реакция для количественного определения генно-инженерно-модифицированного картофеля линии EN92-527-1 в пищевой продукции

Штина И.Е., Валина С.Л., Ямбулатов А.М., Устинова О.Ю.

Особенности основных видов обмена у учащихся средних общеобразовательных учреждений в зависимости от организации учебного процесса и общественного питания

Куликова А.С., Титова И.М.

Анализ пищевой и энергетической ценности меню некоторых муниципальных дошкольных образовательных учреждений Калининградского региона

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Гуревич К.Г., Никонов Е.Л., Заборова В.А., Шелехова Т.Ю., Зольникова О.Ю.

Применение пробиотиков в составе комплексной терапии дисбиотических нарушений при некоторых заболеваниях кишечника

МИКРОНУТРИЕНТЫ В ПИТАНИИ

Зорин С.Н., Сидорова Ю.С., Лобанова Ю.Н., Мазо В.К.

Органический источник ванадия. Получение и физико-химическая характеристика

Титов Е.И., Тихомирова Н.А., Ионова И.И.

Выделение и изучение железосвязывающей способности лактоферрина коровьего молока

№ 2

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ

Мжельская К.В., Трусов Н.В., Апрятин С.А., Сото С.Х.,

Гмошинский И.В., Тутельян В.А.

Влияние кверцетина на экспрессию генов ферментов углеводного и липидного обмена в печени у крыс с генетически обусловленным и алиментарным ожирением

Стефанова И.Л., Гуцин В.В., Зорин С.Н., Мазо В.К.

Влияние коагулированного яичного меланжа на физическую выносливость растущих крыс-самцов линии Вистар: физиолого-биохимическая оценка

Федулова Л.В., Зверев С.В., Котенкова Е.А.,

Василевская Е.Р.

Изучение растительных белковых продуктов из сои и безалкалоидного люпина сорта Дега в эксперименте *in vivo*

Кеца О.В., Марченко М.М.

Влияние эссенциальных липофильных нутриентов на свободнорадикальные процессы в митохондриальной фракции печени крыс-опухоленосителей

СПОРТИВНОЕ ПИТАНИЕ

Трушина Э.Н., Выборнов В.Д., Ригер Н.А., Мустафина О.К.,

Солнцева Т.Н., Тимонин А.Н., Зилова И.С.,

Раджаббадиев Р.М.

Иммуномодулирующие эффекты использования L-карнитина и коэнзима Q₁₀ в питании спортсменов-юниоров

Кобелькова И.В., Мартинчик А.Н., Кешабянц Э.Э.,

Денисова Н.Н., Пескова Е.В., Выборная К.В., Соколов А.И.,

Лавриненко С.В., Никитюк Д.Б.

Анализ рациона питания членов мужской сборной команды России по водному поло в соревновательный период

МИКРОНУТРИЕНТЫ В ПИТАНИИ

Бабинец Л.С., Шевченко Н.А., Цибульская Л.С.

Проблема минеральной недостаточности при хроническом панкреатите в зависимости от возраста

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Акимов М.Ю., Жбанова Е.В., Макаров В.Н., Перова И.Б.,

Шевякова Л.В., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А.,

Кошелева О.В., Богачук М.Н., Рылина Е.В., Лукьянчук И.В.,

Мионов А.М.

Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники

Иванова Н.Н., Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И.

Нутриентный профиль ананасового сока

Фролова Н.А., Резниченко И.Ю.

Исследование химического состава плодово-ягодного сырья Дальневосточного региона как перспективного источника пищевых и биологически активных веществ

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Ших Е.В., Махова А.А.

Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω-3 в профилактике заболеваний у взрослых и детей: взгляд клинического фармаколога

ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ПИТАНИЕ

Федотова О.Б., Макаркин Д.В., Соколова О.В.,

Дунченко Н.И.

Разработка и исследования пищевой и биологической ценности и потребительских свойств кисломолочного продукта с мукой, не содержащего глютен

№ 3

ОБЗОРЫ

Мартинчик А.Н.

Индексы качества питания как инструмент интегральной оценки рациона питания

Зольникова О.Ю., Ивашкин К.В., Буеверова Е.Л., Ивашкин В.Т.
Микробиота кишечника, нутриенты и пробиотики с позиции взаимодействия оси «кишка–легкие»

Зорин С.Н.

Ферментативные гидролизаты пищевых белков для специализированных пищевых продуктов диетического (лечебного и профилактического) питания

Тутельян А.В., Юшина Ю.К., Соколова О.В., Батаева Д.С., Фесюн А.Д., Датий А.В.

Образование биологических пленок микроорганизмов на пищевых производствах

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ

Ригер Н.А., Шипелин В.А., Апрытин С.А., Гмошинский И.В.
Иммунологические маркеры алиментарно-индуцированной гиперлипидемии у крыс линии Вистар

Сидорова Ю.С., Петров Н.А., Шипелин В.А., Зорин С.Н., Кочеткова А.А., Мазо В.К.

Влияние полифенолов листьев черники на степень тревожности, пространственное обучение и память у мышей линии db/db

Кравченко Л.В., Авреньева Л.И., Гусева Г.В., Аксенов И.В.

Влияние полифенолов на активность гликозил-гидролаз в слепой кишке крыс, получавших индуцирующие ожирение рационы

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Лир Д.Н., Первалов А.Я.

Анализ фактического домашнего питания проживающих в городе детей дошкольного и школьного возраста

МИКРОНУТРИЕНТЫ В ПИТАНИИ

Ревякина В.А., Короткова Т.Н., Кувшинова Е.Д., Ларькова И.А., Александрова Н.М.

Обеспеченность магнием и витамином В₂ детей с бронхиальной астмой и ожирением

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Алексашина С.А., Макарова Н.В., Деменина Л.Г.
Антиоксидантный потенциал плодов шиповника

Новошанова А.Л., Топникова Е.В., Абабкова А.А.

Анализ аминокислотного состава обезжиренного молока и пахты для производства кисломолочного напитка при внесении гидролизата сывороточных белков

№ 4

ОБЗОРЫ

Тутельян В.А., Махова А.А., Погожева А.В., Ших Е.В., Елизарова Е.В., Хотимченко С.А.

Липоевая кислота: физиологическая роль и перспективы клинического применения

Барановский А.Ю., Белодедова А.С., Федорова Т.Ф., Пальгова Л.К., Григорьева Е.Ю.

Современные аспекты лечебного питания при болезни Вильсона–Коновалова: реалии и перспективы

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ

Сидорова Ю.С., Зорин С.Н., Петров Н.А., Фролова Ю.В., Кочеткова А.А., Мазо В.К.

Сравнительная оценка эффектов белка сои и его ферментализата на липидный обмен крыс-самцов линии Вистар с индуцированным ожирением

Ивашкин В.Т., Кашух Е.А.

Влияние потребления продуктов, содержащих L-карнитин и фосфатидилхолин, на продукцию проатерогенного метаболита триметиламин-N-оксида и кишечный микробиом у пациентов с ишемической болезнью сердца

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Цукарева Е.А., Авчинников А.В., Алимова И.Л.

Оценка физического развития и режима питания детей младшего школьного возраста, проживающих в Смоленске

Бавыкина И.А., Попов В.И., Звягин А.А., Бавыкин Д.В.
Частота выявления маркеров непереносимости казеина и глютена у детей с расстройствами аутистического спектра

СПОРТИВНОЕ ПИТАНИЕ

Трушина Э.Н., Выборнов В.Д., Ригер Н.А., Мустафина О.К., Солнцева Т.Н., Тимонин А.Н., Зилова И.С., Раджаббадиев Р.М.

Эффективность использования аминокислот с разветвленной цепью (BCAA) в питании спортсменов-единоборцев

Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Хайров Р.Ш.

Характеристика рационов питания хоккеистов с различной массой тела и показателей их метаболического статуса

МИКРОНУТРИЕНТЫ В ПИТАНИИ

Бекетова Н.А., Павловская Е.В., Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Кошелева О.В., Сокольников А.А., Строчкова Т.В.

Обеспеченность витаминами детей школьного возраста с ожирением

Вильмс Е.А., Добровольская Е.В., Турчанинов Д.В., Быкова Е.А., Сохошко И.А.

Обеспеченность взрослого населения Западной Сибири витамином D: данные популяционного исследования

Степанова Е.М., Луговая Е.А.

Макро- и микроэлементный профиль плодов смородины черной (*Ribes nigrum* L.), произрастающей в Северо-Восточном регионе России

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А., Назарова А.М., Кондратьева О.В., Фролова Ю.В., Кочеткова А.А., Воробьева В.М.

Влияние специализированного пищевого продукта с модифицированным углеводным профилем на клинико-метаболические показатели у больных сахарным диабетом 2 типа

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Махова А.А., Минаев М.Ю., Куликовский А.В., Вострикова Н.Л.

Изучение ферментативной активности рекомбинантной металлопептидазы, предназначенной для применения в мясной промышленности

№ 5

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Козлов А.И., Вершубская Г.Г.

Антропометрические показатели физического развития и пищевого статуса в практике отечественной гигиены

Ефимочкина Н.Р., Стеценко В.В., Маркова Ю.М., Быкова И.Б., Пичугина Т.В., Полянина А.С., Минаева Л.П., Шевелева С.А.

Изучение характера контаминации сырого молока бактериями рода *Campylobacter* с использованием традиционных микробиологических методов и количественного ПЦР-анализа

Пасечник О.А., Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В., Сохошко И.А., Ширинский В.А.

Характеристика макронутриентного состава рациона и некоторых соматометрических показателей больных туберкулезом

Пилипенко В.И., Исаков В.А., Власова А.В., Найденова М.А.

Особенности рациона питания пациентов с синдромом избыточного бактериального роста в кишечнике, резистентным к антибиотикотерапии

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ

Смирнова Г.А., Андриянов А.И., Кравченко Е.В., Коновалова И.А.

Выбор оптимальных методик определения идеальной массы тела для оценки состояния питания

МИКРОНУТРИЕНТЫ В ПИТАНИИ

Суплотова Л.А., Авдеева В.А., Шарухо Г.В.

Оценка уровня потребления кальция и витамина D с рационом питания в популяции взрослого населения Тюменского региона

Боярчук О.Р., Добровольская Л.И., Кинаш М.И., Шульгай А.М., Глушко Е.Т., Горишный И.М.

Оценка алиментарной обеспеченности детей с соматической патологией витамином D и кальцием по результатам опроса

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Антошко Д.П., Гавалко Ю.В.

Оценка пищевой ценности продуктов для энтерального питания

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Семенова А.А., Деревницкая О.К., Дыдыкин А.С., Асланова М.А., Вострикова Н.Л., Иванкин А.Н.

Характерные особенности нутриентного состава воркутинской оленины, обусловленные условиями региона происхождения

Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И.

Нутриентный профиль гранатового сока

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Зайцева Н.В., Чан Тао Шон, Буи Тао Тиен, Уланова Т.С., Нурисламова Т.В., Мальцева О.А.

Сравнительная оценка результатов исследования контаминации N-нитрозоаминами консервированных мясорастительных продуктов для детского питания разными методами в России и во Вьетнаме

Памяти Игоря Яковлевича Коня

№ 6

ОБЗОРЫ

Пырьева Е.А., Сафронова А.И.

Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения

Кашапов Р.И., Кашапов Р.Р.

Особенности питания спортсменов-стайеров в циклических видах спорта

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Максимов С.А., Карамнова Н.С., Шальнова С.А., Баланова Ю.А., Деев А.Д., Евстифеева С.Е., Имаева А.Э., Капустина А.В., Муромцева Г.А., Ротарь О.П., Шляхто Е.В., Бойцов С.А., Драпкина О.М.

Эмпирические модели питания в российской популяции и факторы риска хронических неинфекционных заболеваний (исследование ЭССЕ-РФ)

Мартинчик А.Н., Батулин А.К., Михайлов Н.А., Кешабянц Э.Э., Камбаров А.О.

Разработка и оценка достоверности базового индекса здорового питания населения России

Шулаев А.В., Улумбекова Г.Э., Китаева Э.А., Китаев М.Р.

Оценка приверженности населения к здоровому питанию и физической культуре (по результатам анкетирования)

Пузин С.Н., Шургая М.А., Меметов С.С., Одебаева Р., Галь И.Г., Погосян Г.Э., Шаркунов Н.П.

Инвалидность вследствие артериальной гипертензии и алиментарные факторы, определяющие сердечно-сосудистый риск

БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ

Волощук О.Н., Копыльчук Г.П., Голиней Т.Ю.

Биохимические маркеры функционального состояния печени крыс, содержащихся на рационах с различной обеспеченностью белком и сахарозой

МИКРОНУТРИЕНТЫ В ПИТАНИИ

Петров Н.А., Сидорова Ю.С., Перова И.Б., Кочеткова А.А., Мазо В.К.

Новый функциональный пищевой ингредиент – комплекс полифенолов черники, сорбированных на гречневой муке

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Наприс Ж.С., Егорушкина Ю.С., Чугунова Г.Н.

Особенности лечебного питания больных анемией в пеницитарных учреждениях

Лапик И.А., Гаппарова К.М., Чехонина Ю.Г.

Оценка эффективности диетотерапии с модификацией белкового компонента у пациентов с ожирением и нарушением пуринового обмена

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Перова И.Б., Рылина Е.В., Эллер К.И., Акимов М.Ю.

Исследование полифенольного комплекса и иридоидных гликозидов в различных сортах плодов жимолости съедобной *Lonicera edulis* Turcz. ex Frey

Хомич Л.М., Перова И.Б., Эллер К.И.

Нутриентный профиль персикового сока/пюре