

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

Volume 13, Number 5
2021

Главный редактор:

Дентовская С.В. – доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией микробиологии чумы (Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, пос. Оболensk, Серпуховский р-н, Московская обл., Российская Федерация)

Заместители главного редактора:

Медведев Л.Н. – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биофизики Института фундаментальной биологии и биотехнологии (ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Оказова З.П. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности (ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», Грозный, Российская Федерация)

Москаленко О.Л. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

Научно-практический рецензируемый журнал
Peer-reviewed scientific-practical journal

Периодичность. 6 номеров в год / Periodicity. 6 issues per year

Том 13, № 5, 2021

Учредитель и издатель:
ООО Научно-инновационный
центр

Founder and publisher:
Science and Innovation Center
Publishing House

Журнал основан в 2008 году
Зарегистрирован в Федеральной службе
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство регистрации
ПИ № ФС 77 - 71726 от 30.11.2017 г.

Founded 2008
Mass media registration certificate
PI № FS 77 - 71726,
issued November 30, 2017.

Журнал **включен** в перечень
рецензируемых научных изданий,
входящих в международные реферативные
базы данных и системы цитирования
(Перечень ВАК)

Siberian Journal of Life Sciences
and Agriculture is **included** in the list
of leading peer-reviewed scientific journals
and editions, approved by the State
Commission for Academic Degrees and Titles
(the VAK) of the Ministry of Science
and Higher Education of the Russian Federation

Индексирование и реферирование:

Scopus
РИНЦ
Ulrich's Periodicals Directory
Cyberleninka
Google Scholar
ВИНИТИ РАН
DOAJ
BASE
EBSCO
WorldCat
OpenAIRE
ЭБС IPRbooks
ЭБС Znanium
ЭБС Лань

Indexing and Abstracting:

Scopus
RSCI
Ulrich's Periodicals Directory
Cyberleninka
Google Scholar
VINITI Database RAS
DOAJ
BASE
EBSCO
WorldCat
OpenAIRE
IPRbooks
Znanium
Lan'

**Адрес редакции, издателя
и для корреспонденции:**
660127, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5 к. 192
E-mail: editor@discover-journal.ru
<http://discover-journal.ru/>

Editorial Board Office:
9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk,
660127, Russian Federation
E-mail: editor@discover-journal.ru
<http://discover-journal.ru/>

Подписной индекс в каталоге Почты
России «Подписные издания» – ПИ900

Subscription index in the 'The Russian Post'
General catalog – PI900

Свободная цена
© Научно-инновационный центр, 2021

Члены редакционной коллегии

Анисимов Андрей Павлович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе (Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, пос. Оболensk, Серпуховский р-н, Московская обл., Российская Федерация)

Балакирев Николай Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, профессор, проректор по науке и инновациям, зав. кафедрой мелкого животноводства (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», Москва, Российская Федерация)

Батырбекова Светлана Есимбековна, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

Буко Вячеслав Ульянович, доктор биологических наук, профессор, зав. отделом биохимической фармакологии (Институт биохимии биологически активных соединений АН Беларуси, Гродно, Республика Беларусь)

Глотов Александр Гаврилович, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией биотехнологии, главный научный сотрудник (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, пос. Краснообск, Российская Федерация)

Казакова Алия Сабировна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой агробиотехнологии (Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, Зерноград, Российская Федерация)

Козлов Василий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация)

Лесовская Марина Игоревна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экономики и агробизнеса (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Лисняк Анатолий Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией лесного почвоведения

УкрНИИЛХА; доцент кафедры экологии и неозологии ХНУ (Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого (УкрНИИЛХА); Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина (ХНУ), Харьков, Украина)

Манчук Валерий Тимофеевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, научный руководитель института (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Мойсеёнок Андрей Георгиевич, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заведующий Отделом витаминологии и нутрицевтики ГП "Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси" (Гродно), главный научный сотрудник Отдела питания НПЦ НАН Беларуси по продовольствию (Минск) (Национальная академия наук Беларуси, Республика Беларусь)

Музурова Людмила Владимировна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии человека (Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Российская Федерация)

Науанова Айнаш Пахуашовна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник (Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан)

Никитюк Дмитрий Борисович, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Российская Федерация)

Пуликов Анатолий Степанович, доктор медицинских наук, профессор, отличник здравоохранения РФ, главный научный сотрудник группы функциональной морфологии клинического отделения патологии пищеварительной системы у взрослых и детей (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Полунина Наталья Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующая кафедрой общественного здоровья и здравоохранения, экономики здравоохранения (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени

Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация)

Поползухина Нина Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии, природопользования и биологический работник сферы образования Российской Федерации, Почетный работник сферы образования Российской Федерации (ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П.А.Столыпина, Омск, Российская Федерация)

Рапопорт Жан Жозефович, доктор медицинских наук, профессор, отличник здравоохранения СССР, заслуженный изобретатель СССР, почетный профессор НИИ МПС; консультант (Больничная касса "Леумит", Хайфа, Израиль)

Рахимов Александр Имануилович, доктор химических наук, профессор, профессор по кафедре «Органическая химия» (Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация)

Рахимова Надежда Александровна, доктор химических наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация)

Родин Игорь Алексеевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Российская Федерация)

Рожко Татьяна Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры медицинской и биологической физики (Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Российская Федерация)

Сетков Николай Александрович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, международный научный центр исследования экстремальных состояний организма, профессор кафедры биофизики Института фундаментальной биологии и биотехнологии (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»), Красноярск, Российская Федерация)

Смелик Виктор Александрович, доктор технических наук, профессор, директор научно-исследовательского института управления технологическими системами в АПК, заведующий кафедрой «Технические системы в агробизнесе» (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет", Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Суханова Светлана Фаилевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева», Курганская обл., Кетовский р-н, с. Лесниково, Российская Федерация)

Терещенко Сергей Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, руководитель клинического отделения соматического и психического здоровья детей (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Тирранен Ляля Степановна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, международный научный центр исследования экстремальных состояний организма (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Тыщенко Елизавета Алексеевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Товароведения и управление качеством» (Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово, Российская Федерация)

Шелепов Виктор Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией «Разработка продуктов для функционального питания человека и животных (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, Российская Федерация)

Шнайдер Наталья Алексеевна, доктор медицинских наук, профессор, в.н.с. отделения персонализированной психиатрии и неврологии (Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева, Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Editorial Board Members

Andrey Anisimov, Doctor of Medicine, Professor, Deputy Director for Science (Federal Service for Supervision in the Sphere of Customers Rights and Human Well-Being Federal State Institution of Science State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Obolensk, Moscow Region, Russian Federation)

Nikolai Balakirev, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Pro-Rector for Science and Innovation, Head of the Department of Small Animal Husbandry (Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation)

Svetlana Batyrbekova, Doctor of Chemical Sciences, Senior Researcher (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

Vyacheslav Buko, Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Biochemical Pharmacology (Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus)

Alexander Glotov, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Biotechnology, Chief Scientific Officer (Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russian Federation)

Aliya Kazakova, Doctor of Biology, Professor, Head of Department of Agrobiotechnology (Azov-Black Sea State Agroengineering Academy, Zernograd, Russian Federation)

Vasily Kozlov, Candidate of Medicine (Ph.D.), Associate Professor, Assistant Professor of Public Health and Health Care (I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation)

Marina Lesovskaya, Doctor of Biology, Professor, Professor of the Department 'Economics and Agribusiness' (Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Anatoly Lisnyak, Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Forest Soil Science; Associate Professor of the Department of Ecology and Neoecology (Ukrainian Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G.M. Vysotsky, Kharkiv National University of V.N. Karazin, Kharkiv, Ukraine)

Valery Manchuk, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of RAS, Scientific Director of the Institute (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science

Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Andrei Moiseenok, Doctor of Biology, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Head of the Department of Vitaminology and Nutraceutical Technologies of the State Enterprise "Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus" (Grodno), Chief Researcher of the Nutrition Department of the National Center for Food of Belarus (Minsk) (The National Academy of Sciences of Belarus, Belarus)

Lyudmila Muzurova, Doctor of Medicine, Professor, Professor of the Department of Human Anatomy (Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation)

Aynash Nauanova, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher (S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Republic of Kazakhstan)

Dmitry Nikitjuk, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of RAS, Director (Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation)

Anatoly Pulikov, Doctor of Medicine, Professor, chief researcher group of the functional morphology of the clinical department of pathology of the digestive system in children and adults (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Natalya Polunina, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Public Health and Health Economics of the Russian Federation (Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation)

Nina Popolzukhina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Ecology, Nature Management and Biology, Honorary Worker of Education of the Russian Federation, Honorary Worker of Education of the Russian Federation (Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation)

Jan Rapoport, Doctor of Medicine, Professor, Honored Worker of the USSR Public Health, Honored Inventor of the USSR, Honorary Professor of the Research Institute of the Ministry of Railways; Consultant (Health Insurance Fund "Leumit", Haifa, Israel)

Aleksandr Rakhimov, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organic Chemistry (Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation)

Nadezhda Rakhimova, Doctor of Chemical Sciences, Professor (Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation)

Igor Rodin, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Anatomy, Veterinary Obstetrics and Surgery (Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation)

Tatiana Rozhko, Candidate of Biology (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics (Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Nikolay Setkov, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher, International Research Center Study of Extreme States of the Body, Professor of the Department of Biophysics, Institute of Basic Biology and Biotechnology (Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Viktor Smelik, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Research Institute of Management of Technological Systems in the Agroindustrial Complex, Head of the Department "Technical Systems in Agribusiness" (St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russian Federation)

Svetlana Sukhanova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-Rector (Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Kurgan region, Ketovsky district, Lesnikovo village, Russian Federation)

Sergey Tereshchenko, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Clinical Department of Physical and Mental Health of Children (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Lyalya Tirranen, Doctor of Biology, Leading Researcher, International Research Center Study of Extreme States of the Body (Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Elizaveta Tyshchenko, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Commodity and quality management (Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Kemerovo, Russian Federation)

Viktor Shelepov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory "Development of Products for Functional Nutrition of Humans and Animals" (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russian Federation)

Natalya Shnaider, Doctor of Medicine, Professor, Leading Researcher, Department of Personalized Psychiatry and Neurology (V.M. Bekhterev National Research Medical Centre for Psychiatry and Neurology, St. Petersburg, Russian Federation)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**BIOLOGICAL SCIENCES**

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-11-25

УДК 636.93: 612.017.1

**ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ
У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА *CANIDAE*
ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ МЕЛАКРИЛА**

***И.И. Окулова, Ю.А. Березина, З.Н. Бельтюкова,
И.А. Домский, О.Ю. Беспярых***

Цель. Изучить влияние мелакрила на биохимические и иммунологические показатели у красной лисицы (*Vulpes vulpes L.*) и песца (*V. Lagopus L.*).

Материалы и методы. В работе на красной лисице и песце был изучен синтетический препарат мелакрил и его влияние на биохимические и иммунологические показатели. Данный препарат представляет собой аналог гормона мелатонина, который образуется в эпифизе. Мелакрил является совместной разработкой НИИПЗК В.А. Афанасьева и ООО «Инполимед АО», на которую получено авторское свидетельство СССР № 1579489.

Объектом исследования явились пушные звери семейства *Canidae* (вуалевый песец и красная лисица), принадлежащие племенному хозяйству ООО «Вятка» Слободского района Кировской области. Животных разводят в условиях неволи с целью получения от них в конце ноября ценной шкурковой продукции. Для проведения эксперимента были сформированы 4 группы: красной лисицы (*Vulpes vulpes L.*) опытная и контрольная и песца вуалевый (*Vulpes Lagopus L.*) опытная и контрольная, в каждой группе было по 10 зверей. Имплантация мелакрила (производства Казанской биофабрики) была проведена в шюне согласно инструкции по применению препарата в кожную складку в области шеи по 10 мг на голову с помощью специального шприца-имплантатора. Лабораторные исследования выполнены в лаборатории ФБГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова.

Методы исследований. В работе использованы различные методы исследований иммуноморфологических показателей сыворотки крови: белковые фракции устанавливали при помощи нефелометрического метода, ЛАСК – в соответствии с методикой В.Г. Дорофейчука, концентрации холестерина, щелочной фосфатазы (ЩФ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ) – при помощи полуавтоматического биохимического анализатора «Biochim SA» (США, 2019 г.). Для этого использовали реактивы компании High Technology (США, 2019 г.). БАСК изучали по методике Т.А. Кузьминой. Показатели фагоцитарной активности нейтрофилов определяли по методике Лабинской А.С. с расчетом числового показателя Штритера. Результаты, полученные в процессе исследования, обрабатывали в программах «Statgraphics» и «HG». Статистическую значимость различий между группами осуществляли по критерию Стьюдента.

Результаты работы. В опытной группе красной лисицы уровень значення щелочной фосфатазы на 57 % превосходил аналогичный показатель у зверей контрольной группы. В опытной группе одновременно с увеличением содержания щелочной фосфатазы наблюдали снижение активности АлАТ, что указывает на усиленное образование остеобластов, что характерно для молодняка при формирования костного скелета. Содержание холестерина было увеличено в 1,2 раза. Фагоцитарная активность и фагоцитарный индекс сыворотки крови в опытной группе достоверно увеличились в 1,2 раза, по сравнению с контрольной группой. Фагоцитарная реакция считается одним из самых старых механизмов защиты в организме животных и человека и её активность характеризует уровень иммунной реакции. Организм песцов отреагировал на имплантацию мелатонина более консервативно. При определении четырех фракций белка сыворотки крови у песцов опытной группы зафиксировано увеличение концентрации α -глобулинов по сравнению с их содержанием в сыворотке крови животных контрольной группы на 16 %. Схожие изменения отмечены по АсАТ – её содержание было выше в опытной группе на 16,6 %, чем в контрольной. Одновременно коэффициент Ритиса у песцов опытной группы составлял 0,82, в контрольной – 0,97. Биохимические исследования сыворотки крови у песца показали, что активность амилазы была выше у зверей контрольной группы на 35% по сравнению с опытной, что указывает на нарушение функции поджелудочной железы.

Заключение. В результате работы было установлено, что экзогенный мелатонин оказывает гепатопротекторное действие и тем самым корректирует обменные процессы в организме животных.

Ключевые слова: лизоцимная активность сыворотки крови; опсоно-фагоцитарная реакция; белковые фракции; щелочная фосфатаза; аланин-аминотрансфераза; аспарат-аминотрансфераза

Для цитирования. Окулова И.И., Березина Ю.А., Бельтюкова З.Н., Домский И.А., Беснятых О.Ю. Иммуноморфологические показатели сыворотки крови у представителей семейства *Canidae* после имплантации мелакрилла // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 11-25. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-11-25

IMMUNOMORPHOLOGICAL INDICATORS OF BLOOD SERUM IN THE *CANIDAE* FAMILY AFTER MELACRYL IMPLANTATION

*I.I. Okulova, Ju.A. Berezina, Z.N. Beltukova,
I.A. Domskij, O.Yu. Bespyatykh*

Purpose. Investigate the effect of melacryl on biochemical and immunological parameters of red fox (*Vulpes vulpes* L.) and polar fox (*V. Lagopus* L.).

Materials and methods. For the research the medication Melacryl was used that was developed by the employees of AO "Inpolimed" in cooperation with the Research Institute of fur farming and rabbit breeding them. V.A. Afanasyev (USSR author's certificate No. 1579489).

For the experiment animals were taken from the breeding farm OOO "Vyatka", Slobodskoy district, Kirov region. The animals are bred in captivity to obtain valuable winter fur. 4 groups were formed for carrying out of the experiment: experimental and control group of red foxes (*Vulpes vulpes* L.) and experimental and control of arctic fox (*V. Lagopus* L.), in each group there were (n=10 animals). Melacryl (produced by the Kazan Biofactory) was implanted in June according to the instructions for use of the preparation – 10 mg per head into the skin fold of the neck by using a special syringe – implantagor. Laboratory studies were carried out in the laboratory of the FBGNU VNIIOZ them. prof. B.M. Zhiitkov.

Research methods. Protein fractions in the blood serum were identified according to the nephelometric method of V.Ya. Antonov et al., lysozyme activity of blood serum were identified according to the method of VG Dorofeychuk. The activity of alkaline phosphatase, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (ASAT), glucose, total blood serum protein were defined with a semiautomatic biochemical analyzer "Biochim SA" (USA, 2019) by using reagent kits from High Technology (USA, 2019). Bactericidal activity of blood serum were defined according to the meth-

od of T.A. Kuzmina. the opsonization was carried out according to the method to A.S. Labinskaya. The Streeter's numerical index was used to assessment the opsonization reaction. The obtained digital data were processed on an IBM personal computer by using the statistical software package "Statgraphics" and "HG". The assessment of the reliability of the statistical indicators of the samples was carried out by the Student's t-test. The reliability criterion ($P < 0,001$, $P < 0,01$, $P < 0,05$).

Results. The alkaline phosphatase index of the experimental group of the red fox was significantly higher by 57% compared to the index of control group. There is an increase in serum alkaline phosphatase with a decrease in ALT of the experimental group, which indicates an increased formation of osteoblasts, that is characteristic of young animals during the skeletal system formation. The cholesterol content was increased in 1.2 times. Phagocytic activity and phagocytic blood serum index of the experimental group significantly increased in 12 times compared with the index of control group. The phagocytic reaction is phylogenetically one of the defense mechanisms of animals and humans and characterizes its immune response. The body of the Arctic foxes reacted more conservatively to the melatonin implantation. In the process of determination of protein fractions in blood serum in the experimental group of polar foxes there was an increase α -globulins in 16 % comparison with the control group. AsAT of the experimental group was higher in 16,6% than AsAT in the control group. But the Ritis AsAT/AlAT coefficient of the experimental group was 0,82, while coefficient of the control group was 0,97. The preparation had a cytoprotective effect, preventing the formation of cholestasis. Biochemical studies of the blood serum of the Arctic fox showed that the amylase activity is a 35% higher of the animals of the control group than of the experimental group, that indicates a dysfunction of the pancreas.

Conclusion. The research found that exogenous melatonin has a hepatoprotective effect and thereby corrects metabolic processes of the animal body.

Keywords: lysozyme activity of blood serum; opsonophagocytic reaction; protein fractions; alkaline phosphatase; alanine aminotransferase; aspartate aminotransferase

For citation. Okulova I.I., Berezina Ju.A., Beltukova Z.N., Doms kij I.A., Bespyatykh O.Yu. Immunomorphological Indicators of Blood Serum in the Canidae Family after Melacryl Implantation. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 11-25. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-11-25

Введение

Гормон мелатонин (по химической формуле обозначаемый как N-ацетил-5-метокситриптамин) синтезируется пинеальной железой организма. Указанный продукт эндокринной системы считается таймер-гормоном,

так как только длительность и амплитуда его секреции является своеобразным информационным кодом о длине светового дня. Это в свою очередь обуславливает регулирующую роль мелатонина в проявлении большинства адаптаций организма к суточным и сезонным изменениям [16, с. 196; 17, с. 423-433; 18, с. 140-148; 19, с. 321-339; 21, с. 167-179; 22, с. 167-179]. Необходимо отметить, что гормон может замедлять проявление функций репродуктивной и иммунной систем [20, с. 404-415]. С. Н., Сергина, В.А. Илюха, Л.Б. Узенбаева и др., [13, с. 478-485], В.А. Илюха, Л.Б. Узенбаева, Е.А. Хижкин и др., [16, с. 196] изучали активность пинеальной железы у близкородственных, но различающихся по эколого-географическим особенностям животных трёх видов семейства *Canidae* (песца, лисицы и енотовидной собаки) в период репродуктивного покоя и в сезон размножения. Были выявлены видовые и сезонные особенности морфофункциональной организации железы. Е.С. Брулер, В.А. Илюха, С.Н. Сергина и др., [4, с. 6] изучали влияние мелакрила на тканевую антиоксидантную защиту у стандартных норок и показали, что мелакрил способствовал ускоренному возникновению зимнего фенотипа норок на 2,5 месяца раньше (начало сентября), чем у контрольных особей (конец ноября). Воздействие гормона на факторы антиоксидантной системы, присутствующие в селезёнке норок, характеризует его способность индуцировать работу иммунной системы в ходе адаптации организма зверей к низким температурам в зимний сезон. Считается, что мелатонин проявляет антиоксидантные свойства. В результате исследований по изучению влияния мелатонина на скорость генерации активных форм кислорода (АФК) и количества ферментов антиоксидантной системы (АОФ) в печени серебристо-чёрных лисиц и вуалевых песцов, разводимых на ферме и являющихся близкородственными видами семейства *Canidae*, установлено, что гормон, имплантированный щенкам в летний период, ускоряет образование зимнего меха. Определение видоспецифичной чувствительности животных к препарату показало, что у песца (жителя высоких широт) антиоксидантная система реагирует на введение гормона. У лисицы (жителя умеренных широт) таких реакций не установлено. Исследования проведенные ранее свидетельствуют, что уменьшение содержания супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы, обусловленное мелатонином, одновременно с тенденцией к повышению концентрации супероксидного аниона-радикала возможно вызвано влиянием гормона на иммунную систему песца при адаптации к зимнему сезону [8, с. 118-119].

Изучение воздействия мелакрила на гистологическую картину яичников у красной лисицы показало, что у зверей опытной группы на ги-

стопрепаратах были выражены примордиальные, первичные, вторичные, третичные фолликулы, атретические и желтые тела. Животные контрольной группы имели только атрофию яичников. При этом у самок опытной группы площадь яичников была больше в 2,25 раза, чем в контрольной группе [5, с. 47-49]. Сведений о механизме действия мелакрила и о его воздействии на уровень иммунобиохимических индикаторов сыворотки крови у красной лисицы и вуалевого песца в литературе не найдено.

Цель нашей работы: изучение иммунноморфологических показателей сыворотки крови у представителей семейства *Canidae* после имплантации мелакрила

Материалы и методы

В работе на красной лисице и песце был изучен синтетический препарат мелакрил. Данный препарат представляет собой аналог гормона мелатонина, который образуется в эпифизе. Мелакрил является совместной разработкой НИИПЗК В.А. Афанасьева и ООО «Инполимед АО», на которую получено авторское свидетельство СССР № 1579489.

Пушные звери семейства *Canidae*: вуалевый песец (*Vulpes Lagopus L.*) и красная лисица (*Vulpes vulpes L.*) принадлежат племзверохозяйству ООО «Вятка» Слободского района Кировской области. Для проведения эксперимента были сформированы 4 группы: красная лисица (опытная и контрольная группы) и вуалевый песец (опытная и контрольная группы). В каждой группе было по 10 зверей. Имплантация мелакрила (производства Казанской биофабрики) проведена в июне согласно инструкции по применению препарата – в кожную складку в области шеи с помощью специального шприца – имплантагора по 10 мг на голову. Экспериментальные исследования на животных выполняли в соответствии с основами опытного дела в животноводстве [1, с. 31; 14, с. 52; 14].

Лабораторные исследования выполнены в лаборатории ФБГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова. Кровь для изучения оценки физиологического и иммунного состояния была взята у красной лисицы и вуалевого песца утром до кормления из латеральной подкожной вены голени (*lateralibus saphenous venam cruris*). При определении аспарт-аминотрансферазы (АсАТ) и аланин-аминотрансферазы (АлАТ) мы рассчитывали коэффициент де Ритиса, отражающий соотношение между активностью аминотрансфераз. В организме важно не только содержание веществ аспартаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы крови, но и их соотношение друг к другу. При определении АлАТ – цитоплазматический фермент, и его уровень повыша-

ется при легких формах повреждения гепатоцитов. В то же время АсАТ – митохондриальный фермент, и его активность отражает более тяжелую степень поражения печеночных клеток (7, с. 450-457; 8, с. 118).

Методы исследований

В работе использованы различные методы исследований иммуноморфологических показателей сыворотки крови: белковые фракции устанавливали при помощи нефелометрического метода [11], ЛАСК – в соответствии с методикой В.Г. Дорофейчука [6], концентрации холестерина, щелочной фосфатазы (ЩФ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ) – при помощи полуавтоматического биохимического анализатора «Biochim SA» (США, 2019 г.). Для этого использовали реактивы компании High Technology (США, 2019 г.). БАСК изучали по методике Т.А. Кузьминой [9, с. 8]. Показатели фагоцитарной активности нейтрофилов определяли методике Лабинской А.С. с расчетом числового показателя Штритера [10]. Результаты, полученные в процессе исследования, обрабатывали в программах «Statgraphics» и «HG». Статистическую значимость различий между группами осуществляли по критерию Стьюдента.

Результаты исследования

При биохимическом исследовании АлАТ в сыворотке крови у красной лисицы отмечали, что ее активность в опытной группе по сравнению с контролем снизилась в 1,5 раза ($p < 0,01$), (коэффициент Ритиса в контрольной группе был равен 0,59 по сравнению с опытом 0,89), что указывает о нормализации функции печеночных клеток. На основании полученных результатов повышение коэффициента выше 1,3 указывает на заболевания сердечной мышцы, в т.ч. инфаркт миокарда, также такой показатель характерен для поражения печени токсинами. При определении альбуминов в сыворотке крови в опытной группе животных отмечали повышение содержания на 27% (табл. 1), при понижении γ -глобулинов в 2 раза по сравнению с контролем. После отсадки молодняк пушных зверей вакцинируют против стригущего лишая, поэтому было отмечено повышенное содержание γ -глобулиновой фракции белков в контрольной группе животных. Нами отмечено, что синтетический мелакирл не изменяет концентрацию α -глобулинов и лизоцимную активность в сыворотке крови (исследуемые показатели не выходили за пределы физиологической нормы). Показатель щелочной фосфатазы в опытной группе достоверно увеличился на 57% при снижении холестерина – в 1,2 раза, АлАТ – в 1,5 раза по сравнению

с контрольной группой. Повышение щелочной фосфатазы в сыворотке крови в опытной группе при снижении (АлАТ) указывает на усиленное образование остеобластов, что характерно для молодняка при формировании костного скелета. АсАТ, участвует в обмене белков и является маркером цитолиза [2, с. 41], также не отклонялся от референтных значений для этих величин. Синтетический мелакирил корректирует гидролитическую функцию печени при формировании скелета молодняка [3].

Таблица 1.

**Биохимические показатели сыворотки крови у красной лисицы
после имплантации мелакирила**

Показатели	Опыт (n=10)	Контроль (n=10)
альбумины %	61,20±1,53 ***	48,20±2,47
α-глобулины %	21,50 ±2,49	20,42±3,69
β-глобулины %	6,18±0,89	7,93 ±1,60
γ-глобулины %	11,12±1,47***	23,52 ±2,524
ЛАСК, Е/л	59,42±1,21	57,72 ± 1,98
БАСК, Е/л	43,78 ±2,23	39,76 ± 1,83
АлАТ, Е/л	46,44±4,77**	70,98±3,92
АсАТ, Е/л	41,66 ±1,59	42,54±2,45
коэф.Ритиса: АсАТ/ АлАТ	0,89	0,59
ЛДГ, Е/л	753,50±87,57	661,00±57,28
Холестерин, ммол/л	3,98 ±0,41*	5,08±0,36
ОФР	28,21±1,26	23,42±0,96
Фагоцитарный индекс	11,14±0,85*	9,6±1,2
Щелочная фосфатаза, Е/л	139,50±7,69***	87,96±2,82
А-амилаза, Е/л	1016,00±7,71***	1088,00 ±11,27

Примечание: *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001 достоверно в сравнении с контрольной группой, соответственно.

Из таблицы видим, что фагоцитарная активность у опытной группы красной лисицы была в 1,2 раза выше по сравнению с контрольной группой, но нет достоверности, а фагоцитарный индекс сыворотки крови – в 1,2 раза (P<0,01) по сравнению с контролем. При определении лизоцимной активности сыворотки крови, как в опытной, так и в контрольной группах она оставалась в пределах нормы (таб. 1).

Организм песцов отреагировал на имплантацию мелатонина более консервативно (таб. 2). Достоверные различия в белковых фракциях сыворотки крови песцов отмечены у α-глобулинов в опытной группе на 16%,

АсАТ – на 16,6% выше по сравнению с контролем (коэф. Ритиса АсАТ/АлАТ в опытной группе был равен 0,82, при контроле 0,97). Альбумины, белковые фракции β и γ глобулины оставались на уровне контроля. Полученные данные позволяют предположить, что введение синтетического мелакрила не нарушает процесс обновления белков в организме [12], а также не приводит к повреждению клеток.

Результаты исследований сыворотки крови на амилазу показали, что её активность достоверно была выше у зверей контрольной группы песцов на 15% по сравнению с опытом, что указывает на нарушение функции поджелудочной железы [8, с. 118].

Таблица 2.

Биохимические показатели сыворотки крови у вуалевого песца до и после имплантации мелакрила

Показатели	Опыт (n=10)	Контроль (n=10)
альбумины %	70,97±1,71	73,04 ± 0,78
α -глобулины %	16,82 ± 0,84*	14,12 ± 0,43
β -глобулины %	5,35± 0,81	4,59 ± 0,79
γ -глобулины %	6,83±0,79	8,24 ± 0,85
ЛАСК, Е/л	45,62 ± 1,96	48,74 ± 2,71
БАСК, Е/л	46,24 ± 1,58	41,26 ± 2,98
АлАТ, Е/л	123,40 ± 10,90**	89,88 ± 5,36
АсАТ, Е/л	102,20 ± 3,44*	87,64 ± 6,44
коэф.Ритиса: АсАТ/ АлАТ	0,82	0,97
ЛДГ, Е/л	724,60 ± 129,00	814,50 ± 175,00
Холестерин, ммол/л	4,99 ± 0,26	4,96 ± 0,22
ОФР	23,0 ± 2,1	18,5 ± 1,38
Фагоцитарный индекс	9,74 ± 1,21	7,97 ± 1,15
Щелочная фосфотаза, Е/л	219,90 ± 12,90	216,60 ± 16,50
А-амилаза, Е/л	588,30 ± 3,93***	902,10 ± 4,25

Примечание: различия между группами лисиц достоверны *P<0,05, **P<0,01, *** P<0,001.

Заключение

Таким образом, результаты наших исследований показали, что мелакрил оказывает цитопротективный эффект, корректирует гидролитическую функцию печени при формировании скелета молодняка, оказывает гепатопротекторное действие и тем самым корректирует обменные процессы в организме животных.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторы признательны за помощь в проведении исследований директору Сивковой Валентине Николаевне и главному ветеринарному врачу Тюфякову Сергею Николаевичу звероводческого племенного хозяйства ООО «ВЯТКА» Слободского района Кировской области.

Список литературы

1. Балакирев Н.А., Юдин В.К. Методические указания проведения научно-хозяйственных опытов по кормлению пушных зверей. М., 1994. 31 с.
2. Баишева Г.М. Молекулярные механизмы формирования нарушений метаболизма при гиперферментемии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Уфа, 2001. 41 с.
3. Берестов В.А., Малинина Г.М. Особенности неспецифического иммунитета у норок и песцов. Л.: Наука, 1991. 202 с.
4. Влияние мелакрила на тканевую антиоксидантную защиту у стандартных норок / Брулер Е.С., Илюха В.А., Сергина С.Н., Окулова И.И. // Кролиководство и звероводство. 2017. № 3. С. 6-8.
5. Гормон пинеальной железы мелатонин и его влияние на структуру яичников / Окулова И.И., Новоселова Н.Н., Булдакова Ю.С., Чиркова А.А., Ситдикова В.С., Мамедова Н.Т., Кондакова С.А., Горошникова А.Ю., Гареева А.Ф. // Гистология, клиническая и экспериментальная морфология: сборник трудов второй научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием, посвященной 30-летию Кировского ГМУ. Киров, 2017. С. 47-49.
6. Дорофейчук В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом // Лабораторное дело. 1968. № 1. С. 12.
7. Кондрашова М.Н. Структурно-кинетическая организация цикла трикарбоновых кислот при активном функционировании митохондрий // Биофизика. 1989. № 34 (3). С. 450-457.
8. Клиническая лабораторная диагностика заболеваний печени и желчевыводящих путей / Карпищенко А.И., Москалев А.В., Кузнецов В.В., Жерегеля С.Н. М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2020. 118 с.
9. Кузьмина Т.А., Смирнова О.В. Определение бактерицидной активности крови методом фотонейфелометрии // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 1966. № 4. С. 8-11.
10. Лабинская А.С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. М.: Медицина, 1978. 394 с.

11. Лабораторные исследования в ветеринарии: справочник [сост.: Антонов Б.И., Яковлева Т.Ф., Дерябина В.И.]. М.: Агропромиздат, 1991. 320 с.
12. Мак-Мюррей У. Обмен веществ у человека: основы учения взаимосвязи биохимии с физиологией и патологией [Пер. с англ.]. М.: Мир, 1980. 368 с.
13. Морфофункциональная активность пинеальной железы у представителей семейства Canidae в зависимости от сезона года / Сергина С.Н., Илюха В.А., Узенбаева Л.Б., Ручкина З.С., Хижкин Е.А., Антонова Е.П., Ксу Й.-П., Окулова И.И., Лапински С. // Научная неделя молодых ученых и специалистов в области биологических наук: Материалы Международной конференции. Петрозаводск, 2017. С. 478-485.
14. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 52 с.
15. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных: Приложение к Приказу МЗ СССР № 755 от 12.08.1977.
16. Роль мелатонина в адаптивных реакциях млекопитающих / Илюха А.А., Узенбаева Л.Б., Хижкин Е.А., Антонова Е.П., Виноградова И.А., Лапински С., Лис М., Окулова И.И. // Материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию Карнц РАН. Петрозаводск, 2016. 196 с.
17. Circadian organization of the immune response: A role for melatonin // Esquifino A.I., Pandi-Perumal S.R., Cardinali D.P. // Immunol. Rev. 2004. Vol. 4. P. 423-433. <https://doi.org/10.1016/j.cair.2004.08.002>
18. Maestroni G. J., Conti A., Pierpaoli W. Pineal melatonin, its fundamental immunoregulatory role in aging and cancer // Ann. NY Acad. Sci. 1988. Vol. 521. P. 140-148. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1988.tb35272.x>
19. Martin L.B., Weil Z.M., Nelson R.J. Seasonal changes in vertebrate immune activity: mediation by physiological tradeoffs // Phil. Trans. R. Soc. B. 2008. Vol. 363. P. 321–339. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2142>
20. Nelson R.J., Drazen D.L. Melatonin mediates seasonal changes in immune function // Ann. NY Acad. Sci. 2000. Vol. 917. P. 404-415. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb05405.x>
21. Guerrero J.M., Reiter R.J. Melatonin-immune system relationships // Curr. Top. Med. Chem. 2002. Vol. 2. P. 167–179. <https://doi.org/10.2174/1568026023394335>

References

1. Balakirev N.A., Yudin V.K. Metodicheskie ukazaniya provedeniya nauchno-khozyaystvennykh opytov po kormleniyu pushnykh zverey [Guidelines for

- conducting scientific and economic experiments on feeding fur-bearing animals]. M., 1994, 31 p.
2. Baisheva G.M. Molekulyarnye mekhanizmy formirovaniya narusheniy metabolizma pri giperfermentemii [Molecular mechanisms of the formation of metabolic disorders in hyperenzymemia]. Ufa, 2001, 41 p.
 3. Berestov V.A., Malinina G.M. Osobennosti nespetsificheskogo immuniteta u norok i pestsov [Features of nonspecific immunity in minks and arctic foxes]. L.: Nauka, 1991, 202 p.
 4. Bruler E.S., Ilyukha V.A., Sergina S.N., Okulova I.I. Krolikovodstvo i zverovodstvo, 2017, no. 3, pp. 6-8.
 5. Okulova I.I., Novoselova N.N., Buldakova Yu.S., Chirkova A.A., Sitdikova V.S., Mamedova N.T., Kondakova S.A., Goroshnikova A.Yu., Gareeva A.F. Gistologiya, klinicheskaya i eksperimental'naya morfologiya: sbornik trudov vtoroy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 30-letiyu Kirovskogo GMU [Histology, clinical and experimental morphology: a collection of proceedings of the second scientific-practical conference of students and young scientists with international participation, dedicated to the 30th anniversary of the Kirov State Medical University]. Kirov, 2017, pp. 47-49.
 6. Dorofeychuk V.G. Laboratornoe delo, 1968, no. 1, p. 12.
 7. Kondrashova M.N. Biofizika, 1989, no. 34 (3), pp. 450-457.
 8. Karpishchenko A.I., Moskalev A.V., Kuznetsov V.V., Zheregelya S.N. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika zabolevaniy pecheni i zhelchevyvodyashchikh putey [Clinical laboratory diagnosis of diseases of the liver and biliary tract]. M.: GEOTAR-MEDIA, 2020, 118 p.
 9. Kuz'mina T.A., Smirnova O.V. Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii, 1966, no. 4, pp. 8-11.
 10. Labinskaya A.S. Mikrobiologiya s tekhnikoy mikrobiologicheskikh issledovaniy [Microbiology with the technique of microbiological research]. M.: Meditsina, 1978, 394 p.
 11. Antonov B.I., Yakovleva T.F., Deryabina V.I. Laboratornye issledovaniya v veterinarii: spravochnik [Laboratory research in veterinary medicine: a reference book]. M.: Agropromizdat, 1991, 320 p.
 12. Mak-Myurrey U. Obmen veshchestv u cheloveka: osnovy ucheniya vzaimosvyazi biokhimii s fiziologiyey i patologiyey [Metabolism in humans: fundamentals of the study of the relationship of biochemistry with physiology and pathology] M.: Mir, 1980, 368 p.

13. Sergina S.N., Ilyukha V.A., Uzenbaeva L.B., Ruchkina Z.S., Khizhkin E.A., Antonova E.P., Ksu Y.-P., Okulova I.I., Lapinski S. Nauchnaya nedelya molodykh uchenykh i spetsialistov v oblasti biologicheskikh nauk: Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii [Scientific week of young scientists and specialists in the field of biological sciences: Proceedings of the International Conference]. Petrozavodsk, 2017, pp. 478-485.
14. Ovsyannikov A.I. Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve [Fundamentals of experimental work in animal husbandry]. M.: Kolos, 1976, 52 p.
15. Rules for carrying out work using experimental animals: Appendix to the Order of the Ministry of Health of the USSR No. 755 of 12.08.1977.
16. Ilyukha A.A., Uzenbaeva L.B., Khizhkin E.A., Antonova E.P., Vinogradova I.A., Lapinski S., Lis M., Okulova I.I. Materialy vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 70-letiyu Karnts RAN [Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation, dedicated to the 70th anniversary of KarNTs RAS]. Petrozavodsk, 2016, 196 p.
17. Esquifino A.I., Pandi-Perumal S.R., Cardinali D.P. Circadian organization of the immune response: A role for melatonin. *Immunol. Rev.*, 2004, vol. 4, pp. 423-433. <https://doi.org/10.1016/j.cair.2004.08.002>
18. Maestroni G. J., Conti A., Pierpaoli W. Pineal melatonin, its fundamental immunoregulatory role in aging and cancer. *Ann. NY Acad. Sci.*, 1988, vol. 521, pp. 140-148. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1988.tb35272.x>
19. Martin L.B., Weil Z.M., Nelson R.J. Seasonal changes in vertebrate immune activity: mediation by physiological tradeoffs. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 2008, vol. 363, pp. 321-339. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2142>
20. Nelson R.J., Drazen D.L. Melatonin mediates seasonal changes in immune function. *Ann. NY Acad. Sci.*, 2000, vol. 917, pp. 404-415. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb05405.x>
21. Guerrero J.M., Reiter R.J. Melatonin-immune system relationships. *Curr. Top. Med. Chem.*, 2002, vol. 2, pp. 167-179. <https://doi.org/10.2174/1568026023394335>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Окулова Ираида Ивановна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории ветеринарии
ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им.проф. Б.М. Житкова
ул. Преображенская, 79, г. Киров, 610000, Российская Федерация
okulova_i@mail.ru

Березина Юлия Анатольевна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории ветеринарии
ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им.проф. Б.М. Житкова
ул. Преображенская, 79, г. Киров, 610000, Российская Федерация
uliyu180775@bk.ru

Бельтюкова Зинаида Николаевна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории ветеринарии
ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им.проф. Б.М. Житкова
ул. Преображенская, 79, г. Киров, 610000, Российская Федерация
Labvet@mail.ru

Домский Игорь Александрович, доктор ветеринарных наук, профессор, директор
ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им.проф. Б.М. Житкова
ул. Преображенская, 79, г. Киров, 610000, Российская Федерация
igordomsky@mail.ru

Беспятых Олег Юрьевич, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела звероводства; зав. кафедрой спортивных дисциплин и адаптивной физической культуры
ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им.проф. Б.М. Житкова; ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
ул. Преображенская, 79, г. Киров, 610000, Российская Федерация;
ул. Московская, 36, г. Киров, 610000, Российская Федерация,
bio.vniioz@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Iraida I. Okulova, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Veterinary Medicine
Federal State Budget Scientific Institution of the All-Russian Research Institute of Hunting and Fur Breeding named after prof. B.M. Zhitkov
79, Preobrazhenskaya Str., Kirov, 610000, Russian Federation
okulova_i@mail.ru

Julia A. Berezina, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Veterinary Medicine

*Federal State Budget Scientific Institution of the All-Russian Research Institute of Hunting and Fur Breeding named after prof. B.M. Zhitkov
79, Preobrazhenskaya Str., Kirov, 610000, Russian Federation
uliyal80775@bk.ru*

Zinaida N. Beltyukova, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Veterinary Medicine

*Federal State Budget Scientific Institution of the All-Russian Research Institute of Hunting and Fur Breeding named after prof. B.M. Zhitkov
79, Preobrazhenskaya Str., Kirov, 610000, Russian Federation
Labvet@mail.ru*

Igor A. Domskij, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Director

*Federal State Budget Scientific Institution of the All-Russian Research Institute of Hunting and Fur Breeding named after prof. B.M. Zhitkov
79, Preobrazhenskaya Str., Kirov, 610000, Russian Federation
igordomsky@mail.ru*

Oleg Yu. Bespyatykh, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Fur Breeding Department; Head Department of Sports Disciplines and Adaptive Physical Culture

*Federal State Budget Scientific Institution of the All-Russian Research Institute of Hunting and Fur Breeding named after prof. B.M. Zhitkov;
Vyatka State University
79, Preobrazhenskaya Str., Kirov, 610000, Russian Federation; 36,
Moskovskaya Str., Kirov, 610000, Russian Federation
bio.vniioz@mail.ru*

Поступила 19.07.2021

После рецензирования 15.08.2021

Принята 10.10.2021

Received 19.07.2021

Revised 15.08.2021

Accepted 10.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-26-40

УДК 606:635.82

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРИБА *PLEUROTUS* *OSTREATUS* (ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ)

Г.В. Песцов, А.В. Третьякова

Обоснование. Органические целлюлозосодержащие отходы представляют собой разнообразные по физико-химическим свойствам субстраты, которые могут служить сырьевым ресурсом для получения новых продуктов, например, мицелия и плодовых тел съедобных грибов. Промышленное грибоводство, основанное на утилизации различных органических отходов, одно из перспективных направлений биотехнологии и сельского хозяйства.

Повышение питательной ценности субстратов и увеличение рентабельности производства грибов возможно, если использовать органические добавки, которые являются отходами другого производства. Например, можно использовать пивную дробину, которая является основным отходом при производстве пива. Пивная дробина имеет влажность 70-80% и содержит в среднем более 20% сухих веществ с высоким уровнем протеина (12-15%), превышающим почти в 3 раза его содержание в ячмене. Поэтому, в качестве добавки к средам и субстратам для получения мицелия и плодовых тел гриба *Pleurotus ostreatus* предлагается использовать отход пивного производства – сырую зерновую пивную дробину.

Цель. Изучить возможность использования отходов сельскохозяйственного и пивного производства для получения мицелия и плодовых тел съедобного гриба *P. ostreatus*.

Материалы и методы. Исследование проводили с 2017 по 2021 год в лаборатории кафедры биологии и технологии живых систем ТГПУ им. Л.Н. Толстого. Объектом исследования были гриб *Pleurotus ostreatus*, зерновая пивная дробина, различные отходы сельскохозяйственного производства (пшеничная солома, лузга семян подсолнечника, створки гречихи).

Для выделения мицелия использовали метод посева поверхностно простерилизованных кусочков плодовых тел на твердую стерильную агаризованную питательную среду в чашки Петри. Для получения маточной культуры мицелия и плодовых тел гриба вешенки обыкновенной использовали субстраты

различных составов, содержащих пивную дробину и отходы сельского хозяйства. Полученные экспериментальные данные анализировали и статистически обрабатывали.

Результаты. В результате экспериментальной работы было выявлено, что оптимальными питательными средами и субстратами для получения и культивирования мицелия являются среды и субстраты с использованием зерновой пивной дробины и целлюлозосодержащих отходов. Для получения плодовых тел использовали субстрат на основе соломы с добавлением зерновой пивной дробины. Применение питательных сред и субстратов, схожих по составу, приводит к сокращению периода адаптации мицелия и его выхода в фазу активного роста при производстве маточной культуры гриба. Впоследствии, за счет этого, увеличивается скорость колонизации мицелием гриба субстратных блоков для образования плодовых тел, более интенсивно происходит плодоношение гриба.

Заключение. Использование зерновой пивной дробины для получения мицелия и плодовых тел съедобного гриба вешенки обыкновенной обеспечивает создание ценного экологически чистого и качественного продукта питания, а также увеличивает рентабельность его производства. Создание и использование этой биотехнологии решает проблему утилизации органических отходов, что в свою очередь положительно скажется на экологической обстановке в регионе и частичном импорте замещения.

Ключевые слова: *Pleurotus ostreatus*; вешенка обыкновенная; мицелий; пивная дробина; плодовые тела

Для цитирования. Песцов Г.В., Третьякова А.В. Экологически безопасная утилизация органических отходов и технология производства гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенки обыкновенной) // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 26-40. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-26-40

ECOLOGICALLY SAFE UTILIZATION OF ORGANIC WASTES AND TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF THE FUNGUS *PLEUROTUS OSTREATUS* (THE OYSTER MUSHROOM)

G. V. Pestsov, A. V. Tretyakova

Background. Organic cellulose-containing wastes are represented by various substrates with diverse physicochemical properties suitable as feedstock for ob-

taining new products, e.g. mycelium and fruit bodies of edible mushrooms. Industrial mushroom cultivation based on utilization of different kinds of organic wastes is one of the perspective directions in biotechnology and agriculture.

Improving the nutrient value of substrates and increasing the reliability of mushroom culture is possible at expense of utilizing nutrient supplies originated as wastes of another industry, for example, the use of sparging grain, which is the major waste of brewery. Wet sparging grain has humidity of 70-80%, and contains in average more than 20% of dry residues with high protein level (12-15%), which is approximately three times higher its content than in barley. For that reason, as a supplement to nutrient media and substrates, for rearing mycelium and fruit bodies of the fungus *Pleurotus ostreatus*, we propose the use of the brewers' industry, the wet sparging grain.

Purpose. Evaluation of the possibility of utilising the wastes of agriculture and brewery, for growing mycelium and fruit bodies of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus*.

Materials and methods. The study was carried out in the years 2017-2021 in the laboratory of the Department of biology and technology of living systems at L.N. Tolstoy TSPU. The research objects were the fungus *Pleurotus ostreatus*, wet sparging grain, and various agricultural wastes (wheat straw, buckwheat chuff, sunflower seed husk).

For mycelium extraction, we used the method of seeding superficially sterilized pieces of fruit bodies onto the hard sterile agarized nutrient medium in the Petri dishes. For obtaining the master culture of mycelium and fruit bodies of the fungus *Pleurotus ostreatus* we utilized substrates of various composition containing the sparging grain and agricultural wastes. The data obtained were statistically processed and analysed.

Results. In result of the experiments, it was revealed that optimal nutrient media and substrates for obtaining and cultivation of the mycelium are those with addition of the sparging grain and cellulose-containing wastes. For obtaining fruit bodies, we used the substrate composed of the straw with addition of the brewers' grain. Utilization of nutrient media with similar composition leads to shortening of the period of mycelium adaptation and initiation of its active growth phase when producing the master culture of the fungus. Further, for that reason, increases the speed of colonization by the fungal mycelium the substrate blocks for producing carposomes, and the fungus fruitification occurs more intensively.

Conclusion. The use of the brewers' draff for obtaining mycelium and fruit bodies of the edible oyster mushroom creates valuable, ecologically clean and quality nutrition product and facilitates cost effectiveness of its production. Design and

application this biotechnology solve the problem of organic waste utilization, which in turn positively stimulates positive changes in the regional ecological situation and contributes partially into the task of import substitution.

Keywords: *Pleurotus ostreatus; oyster mushroom; mycelium; brewers' draff; fruit bodies*

For citation: *Pestsov G.V., Tretyakova A.V. Ecologically safe utilization of organic wastes and technology of production of the fungus Pleurotus ostreatus (the oyster mushroom). Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 26-XX. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-26-XX*

Одной из актуальных современных проблем является утилизация различных органических отходов, количество которых все время увеличивается. Сельское хозяйство ежегодно производит порядка 250 млн. т отходов. Отходы спиртового и пивоваренного производства составляют 10 млн. тонн в год. В основном объеме побочных продуктов пивоваренного производства до 85% приходится на отработанное зерно – пивную дробину, а остальные 15% отходов составляют остаточные дрожжи, солодовые ростки и пр. [8, 16]. В настоящее время на полигонах пивоваренных заводов скопились сотни тысяч тонн отходов пивного производства, одним из основных является зерновая пивная дробина. Она содержит большое количество питательных веществ, которые являются потенциальной питательной средой для различных групп микроорганизмов [20]. Большинство этих микроорганизмов в процессе своей жизнедеятельности выделяют биологически активные вещества, которые попадают в атмосферу, почву, грунтовые воды, мигрируют по цепям питания, что в целом приводит к ухудшению состояния окружающей среды. При рациональном использовании зерновая пивная дробина может быть ценным компонентом в рецептуре питательных субстратов для выращивания съедобных грибов [6].

Доля грибной продукции на российском рынке не превышает 15%. Аналитиками отмечается, что в среднесрочной перспективе рынок свежих грибов будет расти на 6–8% ежегодно за счет повышения спроса со стороны населения. Однако основной причиной сдерживающей развитие этого важного направления являются недостатки технологии культивирования грибов [9].

Одним из перспективных съедобных грибов является вид *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная). Вешенка обыкновенная является ценным диетическим продуктом питания, она, обладая сбалансированным содержанием белков, витаминов, экстрактивных и минеральных веществ,

отвечают современным требованиям по калорийности пищи [14, 15]. В настоящее время вешенка обыкновенная занимает около 13% рынка потребления грибной продукции в России [5]. Увеличение производства этого гриба возможно за счет оптимизации технологии культивирования, внедрения дешевых и эффективных питательных субстратов, а также производства собственного мицелия.

В существующих интенсивных технологиях производства гриба *P. ostreatus* (вешенки обыкновенной) обычно используется солома различных зерновых культур, лузга семян подсолнечника, створки гречихи, опилки [1, 12]. Все эти субстраты обладают одним общим недостатком, они имеют низкую питательную ценность. Поэтому, при интенсивном способе выращивания, питательную ценность субстрата повышают, используя различные органические добавки (комбикорм, зерно пшеницы), что, в свою очередь, приводит к удорожанию конечной продукции. Актуальным решением этой проблемы является использование зерновой пивной дробины, которую, при определенной доработке, можно применять в качестве добавки к средам и субстратам для размножения вегетативного мицелия и получения плодовых тел съедобного гриба вешенки обыкновенной [10].

Преимуществами вида гриба *P. ostreatus* перед другими культивируемыми грибами являются: высокая скорость роста мицелия и значительная конкурентоспособность по отношению к конкурентной микрофлоре; способность расти на различных целлюлозосодержащих отходах; возможность использования субстрата после сбора грибов; высокие вкусовые и питательные свойства плодовых тел, приятный запах, простота кулинарной обработки и технологической переработки [4, 13].

Цель работы

Изучить возможность использования отходов сельскохозяйственного и пивного производства для получения мицелия и плодовых тел съедобного гриба *P. ostreatus*.

Научная новизна

Одним из главных отходов пивного производства является пивная дробина. Она образуется при обработке ячменя и солода, из которых изготавливают пивное сусло. Утилизация этого отхода является проблемой для пивоваренных компаний. Пивная дробина содержит большое количество белка и может использоваться в различных отраслях сельского хозяйства

[17, 19]. В ее состав входят частицы зерен, оболочки зерна, безазотистые экстрактивные вещества, жиры, белки и углеводы. Зерновая пивная дробина является биологически ценным субстратом для таких грибов, как вешенка обыкновенная, так как в ее составе в достаточном количестве имеются целлюлоза, гемицеллюлозы и протеин [18]. Поэтому, использование сырой пивной дробины в качестве основной органической добавки к различным питательным средам и субстратам позволит значительно увеличить их калорийность и снизить себестоимость.

Материалы и методы исследования

Исследование проводили с 2017 по 2021 год в лаборатории кафедры биологии и технологии живых систем, факультета естественных наук Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н. Толстого.

Объектом изучения был гриб *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm., который относится к роду *Pleurotus*, классу *Basidiomycetes*, отделу *Mycophyta*, царству *Fungi*. Также объектом изучения была зерновая пивная дробина, применяемая в качестве основного компонента питательных сред и субстратов для выращивания грибов, а также различные отходы сельскохозяйственного производства.

Выделение мицелия гриба проводили из плодовых тел коммерческих штаммов вешенки обыкновенной, посев мицелия на искусственные питательные среды и субстраты выполняли по соответствующим методикам [2, 3, 11]. Для получения чистой культуры мицелия использовали метод посева поверхностно простерилизованных кусочков плодовых тел на твердую стерильную агаризованную питательную среду, содержащую пивную дробину, в чашки Петри. При появлении вегетативного мицелия гриба, его переносили в пробирки на стерильные питательные среды для дальнейшей работы. Для получения маточной культуры мицелия и плодовых тел гриба вешенки обыкновенной использовали субстраты различных составов, содержащих пивную дробину и отходы сельского хозяйства (пшеничную солому, лузгу семян подсолнечника, створки гречихи).

Стерилизацию питательных сред проводили в автоклаве при 1,2 атм. в течение 45 мин. Стерилизацию питательных субстратов проводили в автоклаве при 1,2 атм. в течение 60 мин. Культивирование мицелия проводили в термостате при температуре 24-25°C.

В каждой чашке Петри измеряли максимальный и минимальный диаметр колонии, повторность опыта восьмикратная.

Вычисление скорости роста колоний гриба проводили по формуле:

$$V = \frac{D - d}{t}$$

где D – диаметр колонии, мм;

d – диаметр инокуляционного блока, мм;

t – продолжительность культивирования, сутки.

Характер роста и развития гриба оценивали в баллах, используя следующую шкалу:

1 балл – мицелий паутинистый, не плотный, покрывает не весь субстрат;

2 балла – мицелий паутинистый, воздушный, не плотный, покрывает весь субстрат;

3 балла – мицелий плотный, приподнятый воздушный, покрывает не весь субстрат;

4 балла – мицелий плотный, иногда приподнятый, покрывает весь субстрат;

5 баллов – мицелий плотный, гифы образуют тяжи с явными уплотнениями и бляшками.

Для проведения исследований использовали следующее оборудование: автоклав, микробиологический бокс, сушильный шкаф, термостат, стандартные инструменты и посуду, применяемые в микробиологических и микологических исследованиях.

Статистическая обработка данных по Б.А. Доспехову [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение влияния состава питательных сред на выделение и размножение вегетативного мицелия вешенки обыкновенной показало, что наиболее оптимальными является питательные среды с использованием зерновой пивной дробины. Скорость роста и биологическое состояние мицелия на этих средах было наилучшим. Поэтому дальнейшее изучение роста и развития мицелия проводили на питательных средах, содержащих разное количество пивной дробины, с целью определения ее оптимального количества. В опыте использовали восемь различных питательных сред: агар с добавлением отвара из пшеничной соломы (ПС 10%) – контроль; зерновой агар 10% (ЗА 10%) – эталон; агар с пивной дробинкой 1% (ПД 1%); агар с пивной дробинкой 5% (ПД 5%); агар с пивной дробинкой 10% (ПД 10%); агар с пивной дробинкой 15% (ПД 15%); агар с пивной дробинкой 20% (ПД 20%), агар с пивной дробинкой 30% (ПД 30%). Учеты проводили на 2-е, 4-е и 6-е сутки. Результаты опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1.

**Изучение роста мицелия гриба вешенки обыкновенной
на различных питательных средах**

№	Питательная среда	Диаметр колонии на 2 сут-ки, мм	Диаметр колонии на 4 сут-ки, мм	Диаметр колонии на 6 сут-ки, мм	Скорость роста мицелия, мм/сут.	%, к контролю	Качество мицелия, в баллах
1	ПС 10% – контроль	26,2±2,25	37,3±3,11	50,1±4,42	8,4	100	3,4
2	ЗА 10% – эталон	31,8±2,67	48,4±2,67	80,4±7,37	13,4	160,5	4,0
3	ПД 1%	28,3±2,67	41,3±3,99	67,2±5,65	11,2	134,1	3,5
4	ПД 5%	30,4±2,83	43,1±3,83	75,0±6,74	12,5	149,7	3,8
5	ПД 10%	32,5±2,88	49,3±3,99	82,5±7,45	13,8	164,7	4,5
6	ПД 15%	34,6 ±3,02	50,8±4,17	83,4±6,65	13,9	166,5	4,6
7	ПД 20%	34,9±2,75	51,9±4,69	85,1±6,88	14,2	169,9	4,3
8	ПД 30%	35,1±2,85	52,9±4,46	86,2±7,48	14,4	171,4	4,2

Результаты исследования показали, что во всех вариантах отмечали более активное развитие и более высокую радиальную скорость роста мицелия, чем в контроле, диаметр колоний в опытных вариантах был выше на 34,1-71,4%. Было установлено, что скорость роста мицелия на среде с добавлением пивной дробины увеличивалась с повышением концентрации данной добавки и достигала наибольшего своего значения в варианте 8 (ПД 30%). Однако наилучшее качество мицелия было в вариантах 5 (ПД 10%) и 6 (ПД 15%), а в вариантах 7 (ПД 20%) и 8 (ПД 30%) наблюдали преобладание воздушного мицелия, что говорит об избыточном количестве питательных веществ в данной среде. В результате проведенного исследования можно сделать следующий вывод, что наиболее подходящими питательными средами для размножения вегетативного мицелия вешенки обыкновенной являются среды с добавлением пивной дробины в количестве 10% и 15%. На этих средах отмечали достаточно высокую скорость роста мицелия и его хорошее качество. Мицелий был стелющимся плотным, иногда слегка приподнятым, на 6-е сутки в некоторых чашках Петри начинали формироваться тяжи, состоящие из плотно переплетенных гиф. Позже, на этих тяжах образовывались примордии и зачатки плодовых тел гриба.

Для изучения возможности использования пивной дробины в качестве добавки к различным питательным субстратам были заложены опыты по изучению линейного роста мицелия гриба вешенки обыкновенной. В опыте изучали 11 субстратов следующего состава: субстрат из пшеничной соломы с добавлением 10% зерновой пивной дробины (СЗД 10%) – контроль; субстрат из чистого обработанного зерна пшеницы (ЗП 100%) – эталон (так как этот субстрат в настоящее время используется в коммерческих технологиях выращивания мицелия вешенки обыкновенной); субстрат из пшеничной со-

ломы с добавлением 20% зерновой пивной дробины (СЗД 20%); субстрат из пшеничной соломы с добавлением 30% зерновой пивной дробины (СЗД 30%), далее повышать концентрацию сырой пивной дробины не имеет смысла, так как субстрат начинает слипаться; субстрат из лузги семян подсолнечника с добавлением 20% зерновой пивной дробины (ЛЗД 20%); субстрат из лузги семян подсолнечника с добавлением 30% зерновой пивной дробины (ЛЗД 30%); субстрат из створок гречихи с добавлением 20% зерновой пивной дробины (ГПД 20%); субстрат из створок гречихи с добавлением 30% зерновой пивной дробины (ГПД 30%); опилки лиственных пород деревьев с добавлением 20% и 30% зерновой пивной дробины (ОД 20% и ОД 30%); пшеничная солома с зерном 10% (ПСЗ 10%). Культивирования гриба проводили в стеклянных банках объемом 1,5 л при температуре 20°C. Субстрат в банках инокулировали мицелием в количестве 1% от объема субстрата. Учет линейного роста мицелия при зарастании банок проводили на 5, 10 и 15 сутки (табл. 2).

Таблица 2.

**Изучение линейного роста маточной культуры гриба
вешенки обыкновенной на различных субстратах**

№	Питательная среда	Длина гиф мицелия на 4 сутки, мм	Длина гиф мицелия на 8 сутки, мм	Длина гиф мицелия на 12 сутки, мм	Скорость роста мицелия мм/сут.	%, к контролю	Качество мицелия, балл
1	СЗД 10% контроль	38,1±3,40	81,5±6,93	126,3±11,16	10,5	100	4,6
2	ПЗ 100% эталон	36,1±3,18	78,2±6,92	127,8±11,60	10,7	101,2	4,8
3	СЗД 20%	36,9±3,64	79,9±7,02	134,3±11,49	11,2	106,3	5,0
4	СЗД 30%	35,1±3,14	79,4±6,82	128,4±10,99	10,7	101,7	4,9
5	ЛЗД 20%	33,2±3,11	68,9±6,10	120,4±10,06	10,0	95,3	4,3
6	ЛЗД 30%	32,8±3,11	64,4±6,14	118,4±10,24	9,8	93,7	4,4
7	ГПД 20%	30,9±2,42	62,9±5,78	104,6±8,52	8,7	82,8	4,2
8	ГПД 30%	31,8±2,87	61,4±5,26	102,4±8,52	8,5	81,1	4,3
9	ОД 20%	28,8±2,49	58,8±5,57	102,6±8,17	8,6	81,2	4,0
10	ОД 30%	29,7±2,71	59,9±5,41	102,0±7,98	8,5	80,8	4,1
11	ПСЗ 10%	37,5±2,78	80,3±6,84	125,1±10,36	10,4	99,0	4,5

Анализируя данные таблицы 2, можно констатировать, что скорость роста мицелия наибольшей в варианте 3 с использованием пшеничной соломы и пивной дробины (20%), она составляла 11,2 мм/сут, а качество мицелия было наилучшим в варианте 3 (5 баллов) и в варианте 4 (4,9 балла) с добавлением пивной дробины, а также в эталонном варианте 2 (4,8 балла) на зерне пшеницы.

Самая низкая скорость линейного роста мицелия была в вариантах с использованием створок гречихи и опилок, это связано с тем, что створки гречихи и опилки менее питательны, мицелий там был не однородный, как паутинистый, так и стелющийся, качество его было также хуже. В варианте 1 (пшеничная солома с добавлением 10% пивной дробины) и варианте 11 (пшеничная солома с добавлением 10% зерна) результаты по скорости роста и качеству мицелия были практически тождественными, при увеличении концентрации пивной дробины скорость роста мицелия также увеличивалась. Считаем, что пивная дробина может быть хорошим заменителем зерна пшеницы, что увеличит рентабельность производства маточной культуры гриба вешенки обыкновенной.

Для дальнейшего изучения развития мицелия и формирования плодовых тел гриба вешенки обыкновенной был заложен опыт по изучению плодоношения гриба на субстратах с применением пивной дробины. Заросший мицелием субстрат из банок пересыпали в полимерные пакеты, объемом 2, 25 л. Таким образом, в один пакет пересыпали содержимое двух банок с одинаковым субстратом. Пакеты с субстратом инкубировали для инициации плодоношения при температуре 18⁰С, отмечали начало образования примордиев, начало образования плодовых тел, массовое плодоношение и массу плодовых тел гриба (табл. 3).

Таблица 3.

**Изучение плодоношения гриба вешенки обыкновенной
на различных субстратах**

№	Питательная среда	Начало образования примордиев, сут	Начало образования плодовых тел, сут	Массовое образование плодовых тел, сут	Масса плодовых тел, г	%, к контролю
1	СЗД 10% контроль	6	9	13	255,2±11,48	100
2	ПСЗ 10%	6	9	13	252,2±15,24	99,0
3	СЗД 20%	6	10	14	281,3±16,86	110,2
4	СЗД 30%	7	10	15	312,2±16,06	122,4
5	ЛЗД 20%	7	10	16	277,8±15,37	109,0
6	ЛЗД 30%	7	10	16	302,2±16,04	118,4
7	ГПД 20%	8	11	17	220,3±16,24	86,3
8	ГПД 30%	8	11	17	240,0±16,30	94,1
9	ОД 20%	9	12	18	250,3±14,21	98,1
10	ОД 30%	9	12	18	261,0±13,31	102,4
11	ПЗ 100%	10	15	-	-	-

Анализируя данные таблицы можно сказать, что на всех субстратах образовывались полноценные плодовые тела, их количество и масса были прямо пропорциональны содержанию питательных веществ в субстрате. Образование плодовых тел во многом зависит от сбалансированности суб-

страта по целлюлозосодержащим добавкам (наполнителям), поэтому на чистом зерне плодовые тела не формируются. Для образования плодовых тел необходимо достаточное количество целлюлозы. Примером тому может служить субстрат только из обработанного зерна пшеницы (вариант 11), на нем формировалось большое количество примордиев, а несколько позже и зачатков плодовых тел, но нормальные плодовые тела не образовывались. Медленно рос мицелий на субстрате с использованием опилок лиственных пород деревьев (массовое плодоношение было на 18 сутки), но урожайность на этих субстратах была на уровне контрольного варианта. Наибольшая масса плодовых тел была отмечена в вариантах с применением пшеничной соломы и створок подсолнечника с добавлением пивной дробины 20% и 30%, поэтому эти субстраты можно считать оптимальными для применения в производстве гриба вешенки обыкновенной.

Заключение

В ходе выполнения исследовательской работы удалось определить, что органические отходы пивного производства могут быть использованы при культивировании съедобного гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенки обыкновенной). Пивная дробина является ценным компонентом питательных сред и субстратов на всех этапах развития этого гриба от выделения мицелия до получения плодовых тел. По питательной ценности и технологичности использования она может заменять зерно пшеницы. Таким образом, при использовании зерновой пивной дробины для культивирования вешенки обыкновенной решаются важные проблемы утилизации отхода пивного производства и получения ценного продукта питания – плодовых тел гриба вешенки обыкновенной.

Исследование выполнено в рамках гранта правительства Тульской области в сфере науки и техники 2020 года «Разработка способа утилизации отходов пивного производства с помощью гриба вешенки обыкновенной» по договору №ДС/165 от 29.10.2020 г.

Список литературы

1. Алексеева К.Л., Девочкина Н.Л. Выращивание вешенки в теплицах // Теплицы России. 2009. № 2. С. 41-42.
2. Алексеенко Е.Н., Полишко Т.М., Винников А.И. Особенности выращивания мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* // Вестник днепропетровского университета. Биология. Медицина. 2010. Т. 1, № 1. С. 9-15.
3. Бисько Н.А., Бухало А.С. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре. Киев: Наук. думка, 1983. 312 с.

4. Бисько Н.А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. Киев: Наук. думка, 1987. 148 с.
5. Глазунова А.В., Песцов Г.В. Оптимизация условий культивирования гриба *Pleurotus ostreatus* // Проблема научной мысли. 2018. № 4. С.31-34.
6. Глазунова А.В., Песцов Г.В. Утилизация зерновой пивной дробины - отхода пивного производства с помощью гриба *Pleurotus ostreatus*// Материалы XVI Всероссийской научно-практической с международным участием конференции Экология родного края: проблемы и пути их решения. Киров, 2021. С. 349-352.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Казиминова Е.А., Лютова Е.В. Использование пивной дробины в пищевой промышленности // Вестник молодежной науки. 2015. № 1. С. 3-8. https://klgtu.ru/upload/science/magazine/vestnik/pb/vmn_01/kazimirova.pdf
9. Лазарева Т.Г., Александрова Е.Г. Анализ производства и рынка грибов в России // Вестник Евразийской науки, 2019 №1, С. 22-30. <https://esj.today/PDF/75ECVN119.pdf>
10. Патент РФ № 2732832С1, 23.09.2020. Глазунова А.В., Песцов Г.В., Сидоров Р.А. Культивирование посевного мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенки обыкновенной) с использованием сырой пивной дробины - отхода пивоваренной промышленности // Патент России 2732832, 2019. Бюл. №27. 2020.
11. Промышленное культивирование съедобных грибов / Дудка И.А., Вассер С.П., Бухало А.С. и др. Киев: Наук, думка, 1978. 264 с.
12. Das N., Mukherjee M. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants // Biore-source Technology. 2007. Vol. 98. P. 2723-2726. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.061>
13. Sanchez C. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms // Applied Microbiology and Biotechnology. 2010. Vol. 85. P. 1321-1337. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
14. Lim J. S., Lee S. J., Lee E. Y. Optimal growth condition of *Pleurotus ostreatus* cultured in the food wastes extracts // Microbiol. Biotechnol. 2009. Vol. 37. P. 85-89.
15. Salvador C., Martins M. R., Candeias M. F, Karmali A., Arteiro J. M., Caldeira A. T. Characterization and biological activities of protein-bound polysaccharides produced by cultures of *Pleurotus ostreatus* // J. Agric. Sci. Technol. A. 2012. V. 11A. P. 1296-1306.
16. Wang D, Sakoda A, Suzuki M. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain // Bioresour Technol. 2001. Vol. 78. P. 293-300. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(01\)00002-5](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00002-5)
17. S.I. Mussatto, G. Dragone, I.C. Roberto. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications // Journal of Cereal Science. 2006. Vol. 43. P. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.06.001>

18. Rachwał K, Waško A, Gustaw K, Polak-Berecka M. Utilization of brewery wastes in food industry // PeerJ. 2020. Vol. 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9427>
19. Jackowski M, Niedźwiecki Ł, Jagiełło K, Uchańska O, Trusek A. Brewer's Spent Grains-Valuable Beer Industry By-Product // Biomolecules. 2020. Vol. 10(12). P. 1669. <https://doi.org/10.3390/biom10121669>
20. Robertson J.A., I'Anson K.J.A., Treimo J., Faulds C.B., Brocklehurst T.F., Eijsink V.G.H., Waldron K.W. Profiling brewers' spent grain for composition and microbial ecology at the site of production // LWT FoodSci. Technol. 2010. Vol. 43. P. 890–896. <https://doi.org/10.1016/j.LWT.2010.01.019>

References

1. Alekseeva K.L., Devochkina N.L. Vyrashchivanie veshenki v teplitsakh [Growing oyster mushrooms in greenhouses]. *Teplitsy Rossii* [Greenhouses of Russia], 2009, № 2, pp. 41-42.
2. Alekseenko E.N., Polishko T.M., Vinnikov A.I. Osobennosti vyrashchivaniya mitseliya gribov Pleurotus ostreatus [Features of growing mycelium of fungi Pleurotus ostreatus]. *Vestnik dnepropetrovskogo universiteta. Biologiya. Meditsina* [Biosystems Diversity], 2010, vol. 1, № 1, pp. 9-15
3. Bis'ko N.A., Bukhalo A.S. *Vysshie s''edobnye bazidiomitsety v poverkhnostnoy i glubinnoy kul'ture*. [Higher edible basidiomycetes in surface and deep culture]. Kiev: Nauk. dumka, 1983, 312 p.
4. Bis'ko N.A., Dudka I.A. *Biologiya i kul'tivirovanie s''edobnykh gribov roda veshenka* [Biology and cultivation of edible mushrooms of the genus oyster mushroom]. Kiev: Nauk. dumka, 1987. 148 p.
5. Glazunova A.V., Pestsov G.V. Optimizatsiya usloviy kul'tivirovaniya griba Pleurotus ostreatus [Optimization of the conditions of cultivation of the fungus Pleurotus ostreatus]. *Problema nauchnoy mysli* [The problem of scientific thought], 2018, № 4, pp. 31-34.
6. Glazunova A.V., Pestsov G.V. Utilizatsiya zernovoy pivnoy drobinny – otkhoda pivnogo proizvodstva s pomoshch'yu griba Pleurotus ostreatus [Utilization of grain beer pellets – beer production waste using the fungus Pleurotus ostreatus]. *Ekologiya rodnogo kraja: problemy i puti ikh resheniya* [Ecology of the native land: problems and ways to solve them]. Kirov, 2021, pp. 349-352.
7. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]. M.: Agropromizdat, 1985, 351 p.
8. Kazimirova E.A., Lyutova E.V. Ispol'zovanie pivnoy drobinny v pishchevoy promyshlennosti [The use of beer pellets in the food industry]. *Vestnik molodezhnoy nauki* [Bulletin of Youth Science]. 2015, № 1, pp. 3-8. https://klgtu.ru/upload/science/magazine/vestnik/pb/vmn_01/kazimirova.pdf

9. Lazareva T.G., Aleksandrova E.G. Analiz proizvodstva i rynka gribov v Rossii [Analysis of mushroom production and market in Russia]. *Vestnik Evraziyskoy nauki* [Bulletin of Eurasian Science], 2019 №1, pp. 22-30. <https://esj.today/PDF/75ECVN119.pdf>
10. RF patent No. 2732832C1, 09/23/2020. Glazunova A.V., Pestsov G.V., Sidorov R.A. Cultivation of seed mycelium of the fungus *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom) using raw brewer's grains – a waste of the brewing industry. Patent of Russia 2732832, 2019. Bull. No. 27. 2020.
11. Dudka I.A., Vasser S.P., Bukhalo A.S. et al. *Promyshlennoe kul'tivirovanie s'edobnykh gribov* [Industrial cultivation of edible mushrooms]. Kiev: Nauk, dumka, 1978, 264 p.
12. Das N., Mukherjee M. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants. *Biore-source Technology*, 2007, vol. 98, pp. 2723-2726. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.061>
13. Sanchez C. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2010, vol. 85, pp. 1321-1337. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
14. Lim J. S., Lee S. J., Lee E. Y. Optimal growth Condition of *Pleurotus ostreatus* cultured in the food wastes extracts. *Microbiol. Biotechnol.*, 2009, vol. 37, pp. 85-89.
15. Salvador C., Martins M. R., Candeias M. F, Karmali A., Arteiro J. M., Caldeira A. T. Characterization and biological activities of protein-bound polysaccharides produced by cultures of *Pleurotus ostreatus*. *J. Agric. Sci. Technol. A.*, 2012, vol. 11A, pp. 1296-1306.
16. Wang D, Sakoda A, Suzuki M. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Bioresour Technol.*, 2001, vol. 78, pp. 293-300. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(01\)00002-5](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00002-5)
17. S. I. Mussatto, G. Dragone, I.C. Roberto. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 2006, vol. 43, pp. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.06.001>
18. Razval K, Vashko A, Gustav K, Polyak-Berezka M. Utilization of brewery wastes in food industry. *PeerJ.*, 2020, vol. 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9427>
19. Jackowski M, Niedźwiecki Ł, Jagiełło K, Uchańska O, Trusek A. Brewer's Spent Grains-Valuable Beer Industry By-Product. *Biomolecules*, 2020, vol. 10(12), pp. 1669. <https://doi.org/10.3390/biom10121669>
20. Robertson J.A., I'Anson K.J.A., Treimo J., Faulds C.B., Brocklehurst T.F., Eijsink V.G.H., Waldron K.W. Profiling brewers' spent grain for composition and microbial ecology at the site of production. *LWT FoodSci. Technol.*, 2010, vol. 43, pp. 890–896. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2010.01.019>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Песцов Георгий Вячеславович, профессор кафедры биологии и технологии живых систем, д.с.-х.н., профессор, ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии *Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого*; *Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии*
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация; ул. Институт, владение 5, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, Московская область, 143050, Российская Федерация
georgypestsov@gmail.com

Третьякова Анастасия Валерьевна, аспирант кафедры биологии и технологии живых систем, младший научный сотрудник научно-образовательного центра «Инновационные химические и биотехнологии» *Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого*
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация
glazynovaanastasiya@gmail.com

DATA ABOUT THE AUTHORS

Georgiy V. Pestsov, Professor at the Department of Biology and Technology of Living Systems, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher of the All-Russian Research Institute of Phytopathology *Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University; All-Russian Research Institute of Phytopathology*
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation; 5, Institute Str., Bolshie Vyazemy, Odintsovo district, Moscow Region, 143050, Russian Federation
georgypestsov@gmail.com

Anastasia V. Tretyakova, Postgraduate at the Department of Biology and Technology of Living Systems, research assistant research and education center “Innovative chemical and biotechnology”
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation
glazynovaanastasiya@gmail.com

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 20.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 20.10.2021

ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ

INTERNAL MEDICINE

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-41-60

УДК 616.12

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТНЫХ, ГЕНДЕРНЫХ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ТЕЧЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

О.В. Смирнова, О.Л. Москаленко

По данным Всемирной организации здравоохранения, более 2,1 млрд. взрослых лиц страдают от избыточной массы тела, при этом около 600 млн. человек имеют ожирение. Артериальная гипертензия является компонентом полного метаболического синдрома, ее степень тяжести, возможность эффективной коррекции зависит от выраженности метаболических расстройств у пациента.

Целью исследования явилось изучение возрастных, половых и метаболических показателей, влияющих на течение АГ при МС для оптимизации терапии больных с МС.

***Материал и методы.** В исследование были включены 316 пациентов с АГ и метаболическим синдромом в возрасте от 35 до 65 лет. Средний возраст пациентов составил $51,8 \pm 6,4$ года. Всего было обследовано 154 (48,73%) женщины и 162 (51,27%) мужчины. Пациенты были разделены на три возрастные группы: 1-я группа – больные в возрасте 35-44 года, 2-я группа – от 45 до 54 лет, 3-я группа – от 55 до 65 лет. Клиническое обследование пациентов включало клиничко-anamnestический метод (сбор жалоб и анамнеза, осмотр) и работу с медицинской документацией.*

Диагноз «метаболический синдром» верифицировали, на основании рекомендаций Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК, 2009) при наличии у пациента одного главного и не менее двух дополнительных критериев.

Основным критерием МС являлся «центральный» (абдоминальный) тип ожирения; дополнительными признаками – артериальная гипертензия; повышение

уровня ТГ; снижение уровня ХС ЛПВП; повышение уровня ХС ЛПНП; повышение уровня глюкозы в плазме крови натощак; нарушение толерантности к глюкозе.

Для статистической обработки результатов исследования был использован пакет прикладных программ «Statistica for Windows 10,0».

Результаты. Развитие АГ в разных возрастных группах зависит от сочетания различных факторов, которые взаимосвязаны с возрастными изменениями сердечно-сосудистой системы и метаболическими показателями, что в целом и характеризует особенности ее клинического течения. Сам МС оказывает значительное влияние на развитие АГ.

Заключение. Выявлена коморбидность ожирения и развития АГ тяжелой степени: наблюдается увеличение степени тяжести АГ при повышении степени ожирения. Возраст и ожирение, оба предиктора развития тяжелых форм АГ при МС. Согласно прогностической модели следующие факторы: мужской пол, с увеличением возраста и степени ожирения повышает вероятность развития АГ тяжелой степени при МС. Комплексный анализ суммарной значимости факторов риска, симптомов поражения органов мишеней, с обязательным учетом факторов возраста и пола, позволит верифицировать индивидуальный вариант АГ при МС, что позволит оптимизировать терапию таких больных и обеспечит снижение кардиоваскулярного риска.

Ключевые слова: артериальная гипертензия; метаболический синдром; ожирение; избыточная масса тела; возраст; индекс массы тела

Для цитирования. Смирнова О.В., Москаленко О.Л. Влияние возрастных, гендерных и метаболических показателей на течение артериальной гипертензии у пациентов с метаболическим синдромом // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 41-60. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-41-60

INFLUENCE OF GENDER, AGE AND METABOLIC FACTORS ON THE COURSE OF ARTERIAL HYPERTENSION IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME

O.V. Smirnova, O.L. Moskalenko

According to the World Health Organization, more than 2.1 billion adults are overweight, while about 600 million are obese. Arterial hypertension is a component of the complete metabolic syndrome, its severity, the possibility of effective correction depends on the severity of metabolic disorders in the patient.

***The aim** of our study was to study age, sex and metabolic parameters affecting the course of AH in MS in order to optimize therapy for patients with MS.*

***Material and methods.** The study included 316 patients with hypertension and metabolic syndrome aged 35 to 65 years. The average age of the patients was 51.8 ± 6.4 years. In total, 154 (48.73%) women and 162 (51.27%) men were examined. The patients were divided into three age groups: group 1 – patients aged 35-44 years, group 2 – from 45 to 54 years old, group 3 – from 55 to 65 years old. Clinical examination of patients included a clinical-anamnestic method (collection of complaints and anamnesis, examination) and work with medical records.*

The diagnosis of metabolic syndrome was verified based on the recommendations of the All-Russian Scientific Society of Cardiology (VNOK, 2009) if the patient had one main and at least two additional criteria.

The main criterion for MS was the “central” (abdominal) type of obesity; additional signs – arterial hypertension; increased TG levels; a decrease in the level of HDL cholesterol; an increase in the level of LDL cholesterol; an increase in fasting plasma glucose; impaired glucose tolerance.

For statistical processing of the research results, the Statistica for «Windows 10.0» software package was used.

***Results.** The development of hypertension in different age groups depends on a combination of various factors that are interrelated with age-related changes in the cardiovascular system and metabolic parameters, which in general characterizes the features of its clinical course. MS itself has a significant impact on the development of hypertension.*

***Conclusion.** The comorbidity of obesity and the development of severe hypertension was revealed: there is an increase in the severity of hypertension with an increase in the degree of obesity. Age and obesity are both predictors of severe hypertension in MS. According to the predictive model, the following factors: male gender, with increasing age and degree of obesity, increases the likelihood of developing severe hypertension in MS. A comprehensive analysis of the total significance of risk factors, symptoms of target organ damage, taking into account age and gender factors, will make it possible to verify the individual variant of hypertension in MS, which will optimize the therapy of such patients and ensure a decrease in cardiovascular risk.*

***Keywords:** arterial hypertension; metabolic syndrome; obesity; overweight; age; body mass index*

***For citation:** Smirnova O.V., Moskalenko O.L. Influence of Gender, Age and Metabolic Factors on the Course of Arterial Hypertension in Patients with Metabolic Syndrome. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 41-60. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-41-60*

Актуальность

В настоящее время имеется пандемическое распространение метаболического синдрома (МС) в мире в целом и в России в частности. Изучение данного заболевания имеет особую актуальность. МС представляет хронический воспалительный процесс.

Необходимо подчеркнуть, большинство пациентов с МС – это пациенты активного трудоспособного возраста и отмечается рост МС среди молодежи.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более 2,1 млрд. взрослых лиц (старше 18 лет) имеют избыточную массу тела и около 600 млн человек имеют ожирение. Артериальная гипертензия (АГ) является компонентом полного метаболического синдрома, ее степень тяжести, возможность эффективной коррекции зависит от выраженности метаболических расстройств у пациента [2, с. 15; 3, с. 12; 4, с. 10-33]. Артериальная гипертензия, являясь мультифакторным состоянием, где оценивается суммарно совокупность генетической составляющей, метаболических расстройств и общесоматическое состояние индивидуума [6, с. 56-58; 7, с. 36-40; 8, с. 54-56]. Имеются клинические исследования, доказывающие, что степень тяжести АГ зависит от степени ожирения, кроме того, в последнее время появились популяционные исследования, демонстрирующие, что половой диморфизм пациента влияет на степень тяжести АГ при МС [9, с. 39-43; 10, с. 196-203; 11, с. 47]. Выделяют гендерные, возрастные и метаболические особенности развития АГ при МС [12, с. 28; 13, с. 97; 14, с. 20-24]. Оценка возрастных, гормональных и метаболических характеристик может способствовать в улучшение эффективности профилактики и терапии АГ при МС [15, с. 20-28; 16, с. 204-215; 17, с. 296-306; 18, с. 92]. В связи с этим, целью нашего исследования явилось изучение возрастных, половых и метаболических показателей, влияющих на течение АГ при МС для оптимизации терапии больных с МС.

Материал и методы

В исследование были включены 316 пациентов с АГ и метаболическим синдромом в возрасте от 35 до 65 лет. По возрастной периодизации зрелый возраст, второй период. Средний возраст пациентов составил $51,8 \pm 6,4$ года. В исследование включены 154 (48,73%) женщины и 162 (51,27%) мужчины. Далее пациенты распределены по группам: 1-я – пациенты в возрасте 35-44 лет, 2-я – 45-54 года, 3-я - от 55 до 65 лет (табл. 1).

Критерии исключения: онкологические заболевания на момент обследования или в анамнезе, туберкулез, ВИЧ-инфекция, психические за-

болевания; острые и хронические воспалительные заболевания, прием гормональных препаратов на момент обследования.

В клиническом обследовании пациентов использовался клинико-анамнестический метод (сбор жалоб и анамнеза, осмотр пациентов), также работа с медицинской документацией. Диагноз «метаболический синдром» верифицировали, согласно рекомендаций Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК, 2009). Наличие у пациента одного главного и не менее 2-х дополнительных критериев. Основным критерием МС являлся «центральный» (абдоминальный) тип ожирения с окружностью талии у мужчин и женщин; дополнительные показатели: артериальная гипертензия; повышение уровня ТГ; снижение уровня холестерина ЛПВП; повышение уровня холестерина ЛПНП; повышение уровня глюкозы в плазме крови натощак и нарушение толерантности к глюкозе.

Определение и классификация степени АГ осуществлялось по ACC / AHA Hypertension Guidelines (2017). Кроме того осуществлялась стратификация риска при АГ.

Для статистической обработки результатов исследования был использован пакет прикладных программ «Statistica for Windows 10,0». Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Анализ полового диморфизма пациентов показал, что в исследуемых возрастных группах в зависимости от тяжести артериальной гипертензии установлено преобладание мужчин среди пациентов с умеренной и тяжелой формой клинического течения заболевания в возрастных группах 45-54 года и 55-65 лет. Кроме того в возрастной группе от 35 до 44 лет среди пациентов с тяжелой формой АГ доминировали также мужчины. В нашем исследовании в возрастных группах от 35 до 44 лет среди больных с тяжелым течением АГ мужчины составляли 9,26%, в то время, как женщины – 7,8% ($p=0,03$). В группе пациентов от 45 до 54 лет с умеренной степенью тяжести артериальной гипертензии мужчин было 9,87% (женщины соответственно 6,5%, $p=0,028$), в группе больных с тяжелым течением артериальной гипертензии 26,54% и 9,09% соответственно ($p=0,04$). Пациенты с возрастным периодом от 55 до 65 лет с умеренной степенью тяжести артериальной гипертензии составили 7,41% мужчин. Женщины с артериальной гипертензией умеренной степени тяжести регистрировались в 6,5% ($p=0,56$) и в группе больных с тяжелой степенью в 13,7 и 11,98%

($p=0,63$) соответствененно. Наиболее значительный половой диморфизм выявлен у пациентов с умеренной и тяжелой степенью артериальной гипертензии в возрастном периоде от 45 до 54 лет (табл. 1). Обнаружена прямая зависимость между уровнем АД и возрастом [19, с. 74-90; 20, с. 26-46; 21, с. 18-23; 22, электрон. ресурс], при этом более значимым предиктором неблагоприятного исхода является систолическое артериальное давление [23, 223-244; 24, с. 7-16; 25, с. 95-97; 26, с. 26-31; 27, с. 10-15]. Вероятно, тенденция зависимости уровня АД от возраста обусловлена нарастанием метаболических расстройств, особенно в липидном обмене [28, с. 338-341; 29, с. 5-8; 30, с. 354-360; 31, с. 117-125; 32, с. 146-151]. Происходит значительное увеличение общего холестерина и уровня триглицеридов, нарушается баланс липопротеидов у возрастных больных [33, с. 99-116.16; 34, с. 617-628; 35, с. 1236-1241; 36, с. 196-201; 37, с. 1899-1911].

Таблица 1.

Характеристика пациентов по степени тяжести артериальной гипертензии (АГ) при метаболическом синдроме (МС) по полу и возрасту

№	Степень тяжести	Пол	Возраст (года)					
			35-44		45-54		55-65	
			Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1	АГ легкой степени	Мужской	10	6,17	12	7,41	10	4,32
		Женский	18	11,68	31	20,12	15	9,74
2	АГ средней степени	Мужской	16	9,87	15	9,26	15	7,41
		Женский	10	6,50	16	10,38	10	6,50
3	АГ тяжелой степени	Мужской	15	9,26	43	26,54	32	19,75
		Женский	12	7,80	14	9,09	28	18,18
Всего: 316 (100%)								

Интересно отметить, что по результатам данного исследования, преобладали пациенты мужского пола с тяжелым течением артериальной гипертензии в возрастной группе 45-54 лет (26,54%) и 55-65 лет (19,75%), а также женщины с тяжелой степенью артериальной гипертензии в возрасте 55-65 лет (18,18%). Таким образом, в группе мужчин с тяжелым течением артериальной гипертензии в возрасте от 45 лет и выше составила 28,05-46,30% – более четверти всех обследованных пациентов. В нашем исследовании преобладали пациенты мужского пола с артериальной гипертензией и МС. Во всех возрастных группах старше 45 лет доминировали пациенты – мужчины с тяжелым течением артериальной гипертензии при МС. Наибольшее количество пациентов женщин с АГ тяжелой сте-

пени при МС выявлено в возрастном периоде от 55 до 65 лет. С возрастом изменяется структурно-функциональное состояние периферических сосудов, особенно в возрастной мужской популяции [38, с. 1595-1607; 39, с. 249-438; 40, с. 80-82]. Понижается эластичность сосудистой стенки, возрастает ее ригидность, отсюда более высокие цифры АД и тяжелая степень течения АГ [41, с. 1117-1123; 42, 141-144; 43, с. 2-3].

Было изучено сопряжение степени тяжести артериальной гипертензии при МС и пола (табл. 2) Роль предикторного значения полового диморфизма пациентов выявлено только в развитии артериальной гипертензии тяжелой степени (табл. 3). Данный анализ не обнаружил четкой взаимосвязи между гендерными различиями и тяжестью артериальной гипертензии при МС без разделения пациентов на возрастные подгруппы.

Таблица 2.

**Характеристика сопряжения степени тяжести (АГ)
при метаболическом синдроме (МС) и пола обследованных пациентов**

№	АГ по степени тяжести	Пол		Количество пациентов (n)
		Мужской	Женский	
1	АГ легкой степени	32	36	68
2	АГ средней степени	46	41	87
3	АГ тяжелой степени	90	77	167
<i>Критерий χ^2, p</i>		$\chi^2=0,3$, $p=0,6$		
<i>Коэффициент Спирмана, p</i>		$r=0,03$, $p=0,5$		

Таблица 3.

Определение предикторной роли пола пациентов на развитие артериальной гипертензии (АГ) тяжелой степени при метаболическом синдроме (МС)

№	Пол	Артериальная гипертензия тяжелой степени		Количество пациентов (n)
		Да	Нет	
1	Мужской	90	72	162
2	Женский	77	77	154
<i>Критерий χ^2, p</i>		$\chi^2=0,3$, $p=0,6$		
<i>Коэффициент Спирмана, p</i>		$r=0,03$, $p=0,5$		

Было выявлено сопряжение возрастного критерия и степени тяжести АГ при МС без учета других факторов (табл. 4). Нами установлено, что с увеличением возраста пациентов увеличивается степень тяжести артериальной гипертензии при МС. Особенно возрастной показатель оказывал статистически определяющее значение в развитии АГ тяжелой степени (табл. 5).

Таблица 4.

Характеристика сопряжения степени тяжести артериальной гипертензии (АГ) тяжелой степени при метаболическом синдроме (МС) и возрасте пациентов

№	АГ по степени тяжести	Возраст (года)			Количество пациентов (n)
		35-44	45-54	55-65	
1	АГ легкой степени	22	26	20	68
2	АГ средней степени	26	31	30	87
3	АГ тяжелой степени	33	74	60	167
<i>Критерий χ^2, p</i>		$\chi^2=0,3$, $p=0,6$			
<i>Коэффициент Спирмана, r</i>		$r=0,03$, $p=0,5$			

Далее в нашем исследовании был проведен анализ влияния возраста с поправкой на пол и тяжесть артериальной гипертензии у пациентов при МС (табл. 6). Установлено, что степень тяжести артериальной гипертензии выше у мужчин во 2-й и 3-й возрастных группах.

В группе женщин после 55 лет повышался риск тяжелого течения артериальной гипертензии при МС. Следовательно, у пациентов – мужчин с увеличением возраста повышался риск развития артериальной гипертензии тяжелой степени, АГ тяжелой степени при МС выявлялась у мужчин от 45 лет и старше. У пациентов женщин с МС артериальная гипертензия тяжелой степени обнаруживалась только в возрастной группе 55 лет и старше (табл. 7).

Таблица 5.

Выявление предикторной роли возраста пациентов в развитии артериальной гипертензии (АГ) тяжелой степени при метаболическом синдроме (МС)

№	Возраст (года)	АГ тяжелой степени		Количество пациентов (n)
		Да	Нет	
1	35-44	33	68	101
2	45-54	74	87	161
3	55-65	60	58	118
<i>Критерий χ^2, p</i>		$\chi^2=0,3$, $p=0,6$		
<i>Коэффициент Спирмана, r</i>		$r=0,03$, $p=0,5$		

Таблица 6.

Характеристики сопряжения степени тяжести артериальной гипертензии (АГ) при метаболическом синдроме (МС) и возраста и пола пациентов

№	АГ по степени тяжести	Возраст (года)						Количество пациентов (n)
		35-44		45-54		55-65		
		М	Ж	М	Ж	М	Ж	
1	АГ легкой степени	10	12	12	24	10	10	78
2	АГ средней степени	16	10	15	16	15	15	87
3	АГ тяжелой степени	15	18	43	31	32	28	167
<i>Критерий χ^2, p</i>				$\chi^2=0,3, p=0,05$				
<i>Коэффициент Спирмана, r</i>				$r=0,21, p<0,02$				

Таблица 7.

Определение предикторной роли возраста пациентов с поправкой на пол в развитии артериальной гипертензии (АГ) тяжелой степени при метаболическом синдроме (МС)

№	Возраст (года)	Пол	АГ тяжелой степени		Количество пациентов (n)
			Да	Нет	
1	35-44	Мужской	15	147	162
		Женский	18	136	154
2	45-54	Мужской	43	119	162
		Женский	31	124	154
3	55-65	Мужской	32	130	162
		Женский	28	126	154
<i>Критерий χ^2, p</i>				$\chi^2=5,3p=0,02$	
<i>Коэффициент Спирмана, r</i>				$r=0,15, p<0,005$	

Также следует отметить, что с увеличением степени ожирения клиническая симптоматика артериальной гипертензии приобретает более неблагоприятное клиническое течение и имеется положительная корреляция степени тяжести артериальной гипертензии от показателей ИМТ, начиная с ИМТ ≥ 30 кг/м². Пациенты с МС и ИМТ ≥ 40 кг/м² в 78% артериальная гипертензия характеризовалась тяжелым течением заболевания с периодами декомпенсации. Корреляция между тяжестью артериальной гипертензии при МС и ИМТ была статистически значимым. Высокие значения критериев корреляции при $p<0,0001$ свидетельствовали практически о коморбидности ожирения и развития артериальной гипертензии тяжелой степени. Таким образом, проведенное исследование подтвердило сопряжение между степенью тяжести АГ и степенью ожирения, при ИМТ ≥ 40 кг/м² развивается АГ тяжелой степени.

Возраст пациента, как отдельный фактор риска, обнаруживался на втором месте по влиянию на тяжесть артериальной гипертензии ($F=4,03$, $p=0,016$).

Гендерные различия влияют на утяжеление степени артериальной гипертензии при МС только с коррекцией на возраст, либо с учетом наличия ожирения. Возраст пациентов и ожирение увеличивали свое сочетанное воздействие на развитие тяжелых форм артериальной гипертензии при МС. Влияние полового диморфизма, откорректированного одновременно на возраст пациентов и ожирение, было несколько выше по сравнению с наличием только поправки на возраст. Таким образом, клиническое течение АГ при МС зависит от сочетания возрастных, гендерных и метаболических факторов, в комбинации с возрастными нарушениями сердечно-сосудистой системы. Проведенное исследование доказало с ростом степени ожирения увеличение случаев АГ тяжелой степени.

Заключение

Таким образом, во всех возрастных группах старше 45 лет доминировали пациенты – мужчины с тяжелым течением АГ при МС. Наибольшее количество пациентов женщин с АГ тяжелой степени при МС выявлено в возрастном периоде от 55 до 65 лет. Роль предикторного значения полового диморфизма пациентов выявлено только в развитии АГ тяжелой степени. Было выявлено, что с увеличением возраста пациентов увеличивается степень тяжести АГ при МС, особенно у пациентов-мужчин. У пациенток-женщин с МС АГ тяжелой степени обнаруживалась только в возрасте 55 лет и старше. Выявлена коморбидность ожирения и развития АГ тяжелой степени: наблюдается увеличение степени тяжести АГ при повышении степени ожирения. Возраст и ожирение, оба предиктора развития тяжелых форм АГ при МС. Согласно прогностической модели при наличии мужского пола с увеличением возраста и ИМТ вероятность развития АГ тяжелой степени при МС увеличивалась. Комплексный анализ суммарной значимости факторов риска, симптомов поражения органов мишеней, оценка факторов возраста и пола, позволит верифицировать индивидуальный вариант артериальной гипертензии у пациентов при МС, что позволит оптимизировать терапию таких пациентов.

Заключение комитета по этике

Исследование проводилось с разрешения локального этического комитета ФИЦ КНЦ СО РАН. Каждый участник исследования подписывал форму информированного согласия на обследование, согласно Хельсинкской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации, регламентирующей проведение научных исследований.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Антропометрические особенности и компонентный состав массы тела у мужчин мигрантов крайнего севера с артериальной гипертонией / Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. // В мире научных открытий. 2016. № 10 (82). С. 10-34. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-47-63>
2. Алмазов В.А., Благодосклонная Я.В., Шляхто Е.В. и др. Метаболический сердечно-сосудистый синдром. СПб.: Издательство СПбГМУ, 1999. 202 с.
3. Алмазов В.А., Цырлин В.А., Шляхто Е.В. и др. Регуляция артериального давления в норме и при патологии. Л.: Наука, 1983. 160 с.
4. Анализ распространенности факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний среди мужчин медицинских работников крупной клинической больницы города Красноярска / Деревянных Е.В., Балашова Н.А., Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. // В мире научных открытий. 2017. Т. 9, № 4. С. 10-33. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-10-33>
5. Гуревич М.А. Вопросы патогенеза и лечения изолированной систолической артериальной гипертонии у пожилых // Клиническая медицина. 2003. № 5. С. 56-58.
6. Демидова Т.Ю., Аметов А.С., Титова О.И. Современные возможности коррекции инсулинорезистентности у пациентов с метаболическим синдромом // Терапевтический архив. 2006. № 10. С. 36-40.
7. Клиническая оценка предикторов темпа развития и прогнозирование сахарного диабета 2-го типа у больных с метаболическим синдромом. Потехин Н.П., Фурсов А.Н., Чернавский С.В., Гаспарян С.С. Клиническая патофизиология. 2014. № 2. С. 54-56. <http://clinical-pathophysiology.ru/publication/24/>
8. Константинов В.В., Жуковский Г.С., Тимофеева Т.Н., и др. Распространенность артериальной гипертонии и ее связь со смертностью и факторами риска среди мужского населения в городах разных регионов // Кардиология. 2001. Т. 41, № 4. С. 39-43.
9. Красильникова Е.И., Быстрова А.А., Чилашвили М.А. и др. Ожирение и ангиотензин II // Артериальная гипертензия. 2013. Т. 19, № 3. С. 196-203. http://www.almazovcentre.ru/?page_id=12737
10. Маличенко С.Б., Идрисова Л.Т., Паяниди Ю.Г. и др. Реабилитация лиц пожилого возраста с сочетанной соматической патологией. Современные

- возможности и перспективы // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2011. № 2. С. 47-48. <https://doi.org/10.17816/MSER35608>
11. Метаболический синдром: прогноз развития сахарного диабета 2 типа / Гаспарян С.С., Фурсов А.Н., Потехин Н.П., Чернавский С.В., Барсов М.И. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014. Т. 13, № S2. С. 28-29.
 12. Моисеев В.С., Кобалава Ж.Д. АРГУС. Артериальная гипертония у лиц старших возрастных групп. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2002. 448 с.
 13. Мычка В.Б., Чазова И.Е., Горностаев В.В. и др. Возможности первичной профилактики цереброваскулярных осложнений у больных метаболическим синдромом // Терапевтический архив. 2005. № 10. С. 20-24.
 14. Оптимизация диагностики вторичных форм артериальной гипертензии / Крюков Е.В., Фурсов А.Н., Потехин Н.П., Чернов С.А., Захарова Е.Г., Ляпкина Н.Б., Макеева Т.Г. // Военно-медицинский журнал. 2017. Т. 338. № 5. С. 20-28. https://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/N_05.pdf
 15. Особенности показателей качества жизни до и после проведения школы по артериальной гипертонии у лиц пожилого и старческого возраста / Алексеев И.А., Харьков Е.И., Иванов А.Г., Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. // В мире научных открытий. 2018. Т. 10, № 4. С. 204-222. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-4-204-222>
 16. Пастухов А.В., Черкашин Д.В., Солнцев В.Н., Аланичев А.Е., Макиев Р.Г., Шахнович П.Г., Андрианов В.П., Балахнов Д.О. Особенности артериальной гипертензии у мужчин в разных возрастных диапазонах // Артериальная гипертензия. 2014. Т. 20, № 4. С. 296-306. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2014-20-4-296-306>
 17. Покалев Г.М. Нейроциркуляторная дистония. Нижний Новгород: Изд-во НГМИ, 1994. 300 с.
 18. Применение методов математического моделирования в прогнозе развития неблагоприятного течения артериальной гипертонии у женщин / Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. // В мире научных открытий. 2017. Т. 9, № 4-2. С. 74-90. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-2-74-90>
 19. Распространенность избыточной массы тела среди женщин медицинских работников крупной клинической больницы города Красноярска / Деревянных Е.В., Яскевич Р.А., Балашова Н.А., Москаленко О.Л. // В мире научных открытий. 2016. № 7 (79). С. 26-46. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-7-2>
 20. Роль абдоминального ожирения в патогенезе синдрома инсулинорезистентности / Алмазов В.А., Благосклонная Я.Б., Шляхто Е.В., Красильникова Е.М. // Терапевтический архив. 1999. Т. 71, № 10. С. 18-23.

21. Способ выбора лекарственных препаратов при лечении гипертонической болезни у больных с ожирением. Алмазов В.А., Шляхто Е.В., Благосклонная Я.В., Красильникова Е.И. Патент на изобретение RU 2161958 С1, 20.01.2001. Заявка №2000104817/14 от 29.02.2000.
22. Частота и выраженность тревожно-депрессивных нарушений у студентов медицинского вуза / Деревянных Е.В., Балашова Н.А., Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. // В мире научных открытий. 2017. Т. 9, № 1. С. 10-28. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-1-10-28>
23. Чеберев Н.Е., Покалев Г.М., Шабанов В.А. Пограничная гипертензия // Кардиология. 1993. Т. 33, № 8. Р. 7-16.
24. Шляхто Е.В., Конради А.О. Эпидемиология метаболического синдрома в различных регионах. Зависимость от используемых критериев и прогностическое значение // Артериальная гипертензия. 2007. Т. 13, № 2. С. 95-112. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2007-13-2-95-112>
25. Эволюция подходов к лечению гипертонической болезни / Фурсов А.Н., Потехин Н.П., Орлов Ф.А., Захарова Е.Г. // Военно-медицинский журнал. 2013. Т. 334. № 7. С. 26-31. <https://doi.org/10.17816/RMMJ74416>
26. Analysis of the incidence and structure of the cardiovascular system diseases in the far north migrants over the period of readaptation to the new climatic conditions / Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 4-2. С. 59-73. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-2-59-73>
27. Boutouyrie P, Tropeano A.I., Asmar R. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study // Hypertension. 2002. Vol. 39, № 1. P. 10-15. <https://doi.org/10.1161/hy0102.099031>
28. Brown DW, Giles WH, Greenlund KJ. Blood pressure parameters and risk of fatal stroke, NHANES II mortality study // Am J Hypertens. 2007. Vol. 20. P. 338-341. <https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2006.08.004>
29. Ceska R. The clinical significance of the metabolic syndrome // Diabet. Vasc. Dis. Res. 2008. P. 5-8. <https://doi.org/10.3132/dvdr.2007.049>
30. Franklin S.S., Khan S.A., Wong N.D., et al. Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart disease? The Framingham heart study // Circulation. 1999. Vol. 100. P. 354-360. <https://doi.org/10.1161/01.cir.100.4.354>
31. Hanefeld M., Schaper F., Ceriello A. Geschichte und Definition (en) des metabolischen Syndroms // Internist. 2007. Vol. 48. P. 117-125. <https://doi.org/10.1007/s00108-006-1786-5>
32. Hansson L., Lithell H., Skoog I. et al. Study on cognition and prognosis in the elderly (SCOPE): Baseline characteristics // Blood pressure. 2000. Vol. 9, № 2-3. P. 146-151.

33. Kahn R., Buse J., Ferrannini E. et al. Metabolic syndrome: a critical assessment of the time // *Arterial Hypertension*. 2006. Vol. 12, № 2. P. 99-116. <https://doi.org/10.1258/jrsm.99.9.457>
34. Karlamangla A.S., Merkin S.S., Crimmins E.M. et al. Socioeconomic and ethnic disparities in cardiovascular risk in the United States, 2001-2006 // *Ann. Epidemiol.* 2010. Vol. 20, № 8. P. 617-628. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2010.05.003>
35. Laurent S., Boutouyrie P., Asmar R. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients // *Hypertension*. 2001. Vol. 37, № 5. P. 1236-1241. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.37.5.1236>
36. Ogihara T., Saruta T., Rakugi H. et al. Target blood pressure for treatment of isolated systolic hypertension in the elderly: valsartan in elderly isolated systolic hypertension study // *Hypertension*. 2010. Vol. 56, № 2. P. 196-202. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.146035>
37. Rapsomaniki E et al. Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1•25 million people // *The Lancet*. 2014. Vol. 383, № 9932. P. 1899-1911. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60685-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60685-1)
38. Reaven G.M. Role of insulin resistance in human disease // *Diabetes*. 1988. Vol. 37, № 12. P. 1595-1607. <https://doi.org/10.2337/diab.37.12.1595>
39. Schirmer H., Lunde P., Rassmussen K. Prevalence of left ventricular hypertrophy in general population. The Tomso study // *Eur. Heart. J.* 1999. Vol. 20, № 4. P. 249-438. <https://doi.org/10.1053/euhj.1998.1314>
40. Thomas F., Benetos A., Dicumetire C. et al. Determinants of left ventricular mass in a French // *Blood pressure*. 1999. Vol. 8, № 1. P. 79-84. <https://doi.org/10.1080/080370599438248>
41. Vishram J.K., Borglykke A., Andreasen A.H., et al. MORGAM Project. Impact of age on the importance of systolic and diastolic blood pressures for stroke risk: the MONICA, Risk, Genetics, Archiving, and Monograph (MORGAM) project // *Hypertension*. 2012. Vol. 60. P. 1117-1123. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.201400>
42. Wirth A., Pfeiffer A., Steinmetz A. et al. Das Metabolische Syndrom. Empfehlungen für die kardiologische Rehabilitation // *Herzmedizin*. 2006. Vol. 3, № 23. P. 140-144.
43. Wirth A, Pfeiffer A, Steinmetz A, et al. Das Metabolische Syndrom. Empfehlungen für die kardiologische Rehabilitation // *Herzmedizin*. 2006. 23:140-144 und 187-196.

References

1. Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Antropometricheskie osobennosti i komponentnyy sostav massy tela u muzhchin migrantov kraynego severa s arterial'noy gipertoniey [Anthropometric features and component composition of body weight in male migrants from the Far North with arterial hypertension]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2016, no. 10 (82), pp. 10-34. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-47-63>
2. Almazov V.A., Blagosklonnaya Ya.V., Shlyakhto E.V. et al. *Metabolicheskiy serdechno-sosudistyiy sindrom* [Metabolic cardiovascular syndrome]. SPb.: Izdatel'stvo SPbGMU, 1999, 202 p.
3. Almazov V.A., Tsyrlin V.A., Shlyakhto E.V. et al. *Regulyatsiya arterial'nogo davleniya v norme i pri patologii* [Regulation of blood pressure in health and disease]. L.: Nauka, 1983, 160 p.
4. Derevyannykh E.V., Balashova N.A., Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Analiz rasprostranennosti faktorov riska serdechno-sosudistyykh zabolevaniy sredi muzhchin meditsinskikh rabotnikov krupnoy klinicheskoy bol'nitsy goroda Krasnoyarska [Analysis of the prevalence of risk factors for cardiovascular diseases among male medical workers of a large clinical hospital in Krasnoyarsk]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2017, vol. 9, no. 4, pp. 10-33. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-10-33>.
5. Gurevich M.A. Voprosy patogeneza i lecheniya izolirovannoy sistolicheskoy arterial'noy gipertonii u pozhilykh [Questions of pathogenesis and treatment of isolated systolic arterial hypertension in the elderly]. *Klinicheskaya meditsina* [Clinical medicine], 2003, no. 5, pp. 56-58.
6. Demidova T.Yu., Ametov A.S., Titova O.I. Sovremennyye vozmozhnosti korrektsii insulinorezistentnosti u patsientov s metabolicheskim sindromom [Modern possibilities of correction of insulin resistance in patients with metabolic syndrome]. *Terapevticheskiy arkhiv* [Therapeutic archive], 2006, no. 10, pp. 36-40.
7. Potekhin N.P., Fursov A.N., Chernavskiy S.V., Gasparyan S.S. Klinicheskaya otsenka prediktorov tempa razvitiya i prognozirovaniye sakharnogo diabeta 2-go tipa u bol'nykh s metabolicheskim sindromom [Clinical assessment of predictors of the rate of development and prediction of type 2 diabetes mellitus in patients with metabolic syndrome]. *Klinicheskaya patofiziologiya* [Clinical pathophysiology], 2014, no. 2, pp. 54-56. <http://clinical-pathophysiology.ru/publication/24/>
8. Konstantinov V.V., Zhukovskiy G.S., Timofeeva T.N. et al. Rasprostranennost' arterial'noy gipertonii i ee svyaz' so smertnost'yu i faktorami riska sredi muzhskogo naseleniya v gorodakh raznykh regionov [Prevalence of arterial hy-

- pertension and its relationship with mortality and risk factors among the male population in cities of different regions]. *Kardiologiya* [Cardiology], 2001, vol. 41, no. 4, pp. 39-43.
9. Krasil'nikova E.I., Bystrova A.A., Chilashvili M.A. et al. Ozhirenie i angiotenzin II [Obesity and angiotensin II]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension], 2013, vol. 19, no. 3, pp. 196-203. http://www.almazovcentre.ru/?page_id=12737
 10. Malichenko S.B., Idrisova L.T., Payanidi Yu.G. et al. Reabilitatsiya lits pozhilogo vozrasta s sochetannoy somaticheskoy patologiyey. Sovremennyye vozmozhnosti i perspektivy [Rehabilitation of elderly people with combined somatic pathology. Modern opportunities and prospects]. *Mediko-sotsial'naya ekspertiza i reabilitatsiya* [Medical and social expertise and rehabilitation], 2011, no. 2, pp. 47-48. <https://doi.org/10.17816/MSER35608>
 11. Gasparyan S.S., Fursov A.N., Potekhin N.P., Chernavskiy S.V., Barsov M.I. Metabolicheskiy sindrom: prognoz razvitiya sakharnogo diabeta 2 tipa [Metabolic syndrome: prognosis for the development of type 2 diabetes]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular therapy and prevention], 2014, vol. 13, no. S2, pp. 28-29.
 12. Moiseev V.S., Kobalava Zh.D. *ARGUS. Arterial'naya gipertoniya u lits starshikh vozrastnykh grupp* [Arterial hypertension in older age groups]. M.: OOO «Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo», 2002, 448 p.
 13. Mychka V.B., Chazova I.E., Gornostaev V.V. i dr. Vozmozhnosti pervichnoy profilaktiki tserebrovaskulyarnykh oslozhneniy u bol'nykh metabolicheskimi sindromom [Possibilities of primary prevention of cerebrovascular complications in patients with metabolic syndrome]. *Terapevticheskiy arkhiv* [Therapeutic archive], 2005, no. 10, pp. 20-24.
 14. Kryukov E.V., Fursov A.N., Potekhin N.P., Chernov S.A., Zakharova E.G., Lyapkova N.B., Makeeva T.G. Optimizatsiya diagnostiki vtorichnykh form arterial'noy gipertenzii [Optimization of diagnostics of secondary forms of arterial hypertension]. *Voenna-meditsinskiy zhurnal* [Military Medical Journal], 2017, vol. 338, no. 5, pp. 20-28. https://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/N_05.pdf
 15. Alekseev I.A., Khar'kov E.I., Ivanov A.G., Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Osobennosti pokazateley kachestva zhizni do i posle provedeniya shkoly po arterial'noy gipertonii u lits pozhilogo i starcheskogo vozrasta [Features of quality of life indicators before and after school on arterial hypertension in elderly and senile people]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2018, vol. 10, no. 4, pp. 204-222. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-4-204-222>
 16. Pastukhov A.V., Cherkashin D.V., Solntsev V.N., Alanichev A.E., Makiev R.G., Shakhnovich P.G., Andrianov V.P., Balakhnov D.O. Osobennosti arte-

- rial'noy gipertenzii u muzhchin v raznykh vozrastnykh diapazonakh [Features of arterial hypertension in men in different age ranges]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension], 2014, vol. 20, no. 4, pp. 296-306. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2014-20-4-296-306>
17. Pokalev G.M. *Neyrotsirkulyatornaya distoniya* [Cardiopsychoneurosis]. Nizhniy Novgorod: Izd-vo NGMI, 1994, 300 p.
 18. Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Primenenie metodov matematicheskogo modelirovaniya v prognoze razvitiya neblagopriyatnogo techeniya arterial'noy gipertonii u zhenshchin [Application of mathematical modeling methods in predicting the development of an unfavorable course of arterial hypertension in women]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2017, vol. 9, no. 4-2, pp. 74-90. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-2-74-90>
 19. Derevyannykh E.V., Yaskevich R.A., Balashova N.A., Moskalenko O.L. Rasprostranennost' izbytochnoy massy tela sredi zhenshchin meditsinskikh rabotnikov krupnoy klinicheskoy bol'nitsy goroda Krasnoyarska [The prevalence of overweight among women medical workers of a large clinical hospital in the city of Krasnoyarsk]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2016, no. 7 (79), pp. 26-46. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-7-2>
 20. Almazov V.A., Blagosklonnaya Ya.B., Shlyakhto E.V., Krasil'nikova E.M. Rol' abdominal'nogo ozhireniya v patogeneze sindroma insulinorezistentnosti [The role of abdominal obesity in the pathogenesis of insulin resistance syndrome]. *Terapevticheskiy arkhiv* [Therapeutic archive], 1999, vol. 71, no. 10, pp. 18-23.
 21. Almazov V.A., Shlyakhto E.V., Blagoslonnaya Ya.V., Krasilnikova E.I. The method of choosing drugs in the treatment of hypertension in patients with obesity. Patent for invention RU 2161958 C1, 01/20/2001. Application No. 2000104817/14 dated February 29, 2000.
 22. Derevyannykh E.V., Balashova N.A., Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Chastota vstrechaemosti, struktura arterial'noy gipertonii i komplaentnost' sredi vrachey krupnoy klinicheskoy bol'nitsy goroda Krasnoyarska [Frequency of occurrence, structure of arterial hypertension and compliance among doctors of a large clinical hospital in the city of Krasnoyarsk]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2018, vol. 10, no. 4, pp. 223-244. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-1-10-28>
 23. Cheberov N.E., Pokalev G.M., Shabanov V.A. Pogranichnaya gipertenziya [Borderline hypertension]. *Kardiologiya* [Cardiology], 1993, vol. 33, no. 8, pp. 7-16.
 24. Shlyakhto E.V., Konradi A.O. Epidemiologiya metabolicheskogo sindroma v razlichnykh regionakh. Zavisimost' ot ispol'zuemykh kriteriev i prognosticheskoe znachenie [Epidemiology of metabolic syndrome in different regions.

- Dependence on the criteria used and prognostic value]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension], 2007, vol. 13, no. 2, pp. 95-112. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2007-13-2-95-112>
25. Fursov A.N., Potekhin N.P., Orlov F.A., Zakharova E.G. Evolyutsiya podkhodov k lecheniyu gipertonicheskoy bolezni [Evolution of approaches to the treatment of hypertension]. *Voенно-meditsinskiy zhurnal* [Military Medical Journal], 2013, vol. 334, no. 7, pp. 26-31. <https://doi.org/10.17816/RMMJ74416>
 26. Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Analysis of the incidence and structure of the cardiovascular system diseases in the far north migrants over the period of readaptation to the new climatic conditions. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2017, vol. 9, no. 4-2, pp. 59-73. <https://doi.org/10.12731/wsd-2017-4-2-59-73>
 27. Boutouyrie P., Tropeano A.I., Asmar R. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study. *Hypertension*, 2002, vol. 39, no. 1, pp. 10-15. <https://doi.org/10.1161/hy0102.099031>
 28. Brown DW, Giles WH, Greenlund KJ. Blood pressure parameters and risk of fatal stroke, NHANES II mortality study. *Am J Hypertens*, 2007, vol. 20, pp. 338-341. <https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2006.08.004>
 29. Ceska R. The clinical significance of the metabolic syndrome. *Diabet. Vasc. Dis. Res.*, 2008, pp. 5-8. <https://doi.org/10.3132/dvdr.2007.049>
 30. Franklin S.S., Khan S.A., Wong N.D., et al. Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart disease? The Framingham heart study. *Circulation* 1999, vol. 100, pp. 354-360. <https://doi.org/10.1161/01.cir.100.4.354>
 31. Hanefeld M., Schaper F., Ceriello A. Geschichte und Definition (en) des metabolischen Syndroms. *Internist*, 2007, vol. 48, pp. 117-125. <https://doi.org/10.1007/s00108-006-1786-5>
 32. Hansson L., Lithell H., Skoog I. et al. Study on cognition and prognosis in the elderly (SCOPE): Baseline characteristics. *Blood pressure*, 2000, vol. 9, no. 2-3, pp. 146-151.
 33. Kahn R., Buse J., Ferrannini E. et al. Metabolic syndrome: a critical assessment of the time. *Arterial Hypertension*, 2006, vol. 12, no. 2, pp. 99-116.16.
 34. Karlamangla A.S., Merkin S.S., Crimmins E.M. et al. Socioeconomic and ethnic disparities in cardiovascular risk in the United States, 2001-2006. *Ann. Epidemiol.*, 2010, vol. 20, no. 8, pp. 617-628. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2010.05.003>
 35. Laurent S., Boutouyrie P., Asmar R. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients.

- Hypertension*, 2001, vol. 37, no. 5, pp. 1236-1241. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.37.5.1236>
36. Oghihara T., Saruta T., Rakugi H. et al. Target blood pressure for treatment of isolated systolic hypertension in the elderly: valsartan in elderly isolated systolic hypertension study. *Hypertension*, 2010, vol. 56, no. 2, pp. 196-202. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.146035>
 37. Rapsomaniki E et al. Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1•25 million people. *The Lancet*, 2014, vol. 383, no. 9932, pp. 1899-1911. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60685-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60685-1)
 38. Reaven G.M. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 1988, vol. 37, no. 12, pp. 1595-1607. <https://doi.org/10.2337/diab.37.12.1595>
 39. Schirmer H., Lunde P., Rassmussen K. Prevalence of left ventricular hypertrophy in general population. The Tomso study. *Eur. Heart. J.*, 1999, vol. 20, no. 4, pp. 249-438. <https://doi.org/10.1053/euhj.1998.1314>
 40. Thomas F., Benetos A., Dicumetire C. et al. Determinants of left ventricular mass in a French. *Blood pressure*, 1999, vol. 8, no. 1, pp. 79-84. <https://doi.org/10.1080/080370599438248>
 41. Vishram J.K., Borglykke A., Andreasen A.H., et al. MORGAM Project. Impact of age on the importance of systolic and diastolic blood pressures for stroke risk: the MOnica, Risk, Genetics, Archiving, and Monograph (MORGAM) project. *Hypertension*, 2012, vol. 60, pp. 1117-1123. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.201400>
 42. Wirth A., Pfeiffer A., Steinmetz A. et al. Das Metabolische Syndrom. Empfehlungen für die kardiologische Rehabilitation. *Herzmedizin*, 2006, vol. 3, no. 23, pp. 140-144.
 43. Wirth A, Pfeiffer A, Steinmetz A, et al. Das Metabolische Syndrom. Empfehlungen für die kardiologische Rehabilitation. *Herzmedizin*, 2006, vol. 23, pp. 140-144 und 187-196.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Смирнова Ольга Валентиновна, доктор медицинских наук, зав. лабораторией клинической патофизиологии НИИ медицинских проблем Севера

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»

ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
ovsmirnova71@mail.ru

Москаленко Ольга Леонидовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии НИИ медицинских проблем Севера

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера
ул. Партизана Железняка, 3Г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
gre-ll@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Olga V. Smirnova, MD, Head of the Laboratory of Clinical Pathophysiology, Research Institute of Medical Problems of the North
Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of medical problems of the North»
3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
ovsmirnova71@mail.ru

Olga L. Moskalenko, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences
Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of medical problems of the North»
3g, Partizan Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
gre-ll@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4268-6568
Scopus Author ID: 57221448825
ResearcherID: H-4076-2017

Поступила 15.03.2021

После рецензирования 11.04.2021

Принята 03.05.2021

Received 15.03.2021

Revised 11.04.2021

Accepted 03.05.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-61-75

УДК 616.12.127: 616-056.52

ОСОБЕННОСТИ КОНСТИТУЦИИ У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА, ИМЕЮЩИХ ИШЕМИЧЕСКУЮ БОЛЕЗНЬ СЕРДЦА

Р.А. Яскевич, О.Л. Москаленко

Цель. Изучение конституциональных особенностей типов ремоделирования левого желудочка (ЛЖ) у женщин с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материалы и методы. Обследовано 220 женщин с изолированной артериальной гипертонией (АГ) и 160 женщин с АГ в сочетании ИБС. Использовалась стандартная методика антропометрического исследования с последующим определением конституциональных типов, а также определение типов геометрического ремоделирования ЛЖ по данным ультразвукового исследования сердца.

Результаты. Выявлены конституциональные особенности частоты неблагоприятных типов ремоделирования у женщин обследованных групп. Самую многочисленную группу среди обследованных женщин как с изолированной АГ, так и с АГ в сочетании с ИБС, составили представительницы мегалосомного типа конституции. Наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у 91,6% обследованных с изолированной АГ и у 89,4% женщин с АГ в сочетании с ИБС. При этом, как среди женщин с изолированной АГ, так и среди женщин с АГ в сочетании с ИБС, наиболее часто встречающимся типом геометрии была концентрическая гипертрофия ЛЖ (КГЛЖ). Установлено, что при всех конституциональных типах чаще встречались пациентки, имеющие КГЛЖ.

Заключение. КГЛЖ чаще встречалась при всех конституциональных типах у женщин обеих групп. Нормальная геометрия ЛЖ чаще отмечалась у женщин с изолированной АГ неопределенного конституционального типа, а среди женщин с АГ в сочетании с ИБС – мегалосомного типа.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца; ремоделирование миокарда левого желудочка; конституциональный тип

Для цитирования. Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. Особенности конституции у женщин с различными типами ремоделирования левого желудочка, имеющих ишемическую болезнь сердца // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 61-75. DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-61-75

FEATURES OF THE CONSTITUTION IN WOMEN WITH VARIOUS TYPES OF LEFT VENTRICULAR REMODELING WHO HAVE CORONARY HEART DISEASE

R.A. Yaskevich, O.L. Moskalenko

Purpose. To study the constitutional features of the types of left ventricular (LV) remodeling in women with coronary heart disease (CHD) living in Central Siberia.

Materials and methods. The study included 220 women with isolated arterial hypertension (AH) and 160 women with AH in combination with CHD. We used the standard method of anthropometric research with the subsequent determination of constitutional types, as well as the determination of the types of geometric remodeling of the LV according to the ultrasound examination of the heart.

Results. The constitutional features of the frequency of unfavorable types of remodeling in women of the examined groups revealed. The largest group among the examined women with both isolated hypertension and hypertension in combination with CHD made up of representatives of the megalosomal type of constitution. LV remodeling detected in 91.6% of the patients with isolated hypertension and in 89.4% of women with hypertension in combination with CHD. At the same time, both among women with isolated hypertension and among women hypertension in combination with CHD, the most common type of geometry was concentric hypertrophy of the left ventricle. It found that for all constitutional types, patients with concentric hypertrophy of the left ventricle were more common.

Conclusion. Concentric hypertrophy of the left ventricle was more common in all constitutional types in women of both groups. Normal LV geometry more often observed in women isolated hypertension of indeterminate constitutional type and among women with hypertension in combination with CHD – megalosomal type.

Keywords: ischemic heart disease; left ventricular myocardial remodeling; constitutional type

For citation: Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Features of the Constitution in Women with Various Types of Left Ventricular Remodeling who have Coronary Heart Disease. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 61-75. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-61-75

Введение

В течение последних десятилетий бремя ишемической болезни сердца (ИБС) в мире последовательно снижается [18, с. 139-44]. Данное сни-

жение объясняется улучшением и совершенствованием мероприятий по первичной и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [19, с. e015231]. И хотя смертность от ИБС в развитых странах за последние десятилетия снизилась, она по-прежнему является причиной примерно трети всех смертных случаев среди лиц старше 35 лет [20, с. 1207-1218]. ИБС характеризуется широким спектром и ассоциируемостью социальных и клинко-антропометрических факторов, влияющих на клиническое течение, риски развития осложнений и социальные перспективы субъекта в ситуации болезни [1, с. 520-523].

Известно, что независимым предиктором заболеваемости и смертности от ССЗ является масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ) [4, с. 62-72; 5, с. 570-580], Также установлено, что из компонентов массы тела, наиболее тесно связана с гипертрофией левого желудочка (ГЛЖ) её жировая [16, с. 921-925] и мышечная составляющие [22, с. e004396].

Имеются данные о том, что определённое внешнее строение тела человека может соответствовать не только определенному внутреннему его строению, но и анатомо-физиологическим особенностям сердца и сосудов [1, с. 520-523; 6, с. 90-94; 8, с. 11-14; 12, 14-15, электрон. ресурс;]. Согласно современным представлениям, ИБС – мультифакториальное заболевание с наследственной предрасположенностью, т.е. существует генетическая и таксономическая общность между ИБС и конституцией [1, с. 520-523]. Козловым И.Д. с соавт. (2004) было показано, что больше всего предрасположены к развитию ИБС лица гиперстенической конституции. Выявлено закономерное нарастание распространенности ИБС у женщин от мезоморфного типа телосложения к эндоморфному [7, с. 87-90]. Считается, что независимо от наличия или отсутствия АГ, ожирение связано с увеличением ЛЖ, а масса тела была признана в качестве наиболее важного детерминирующего признака ММЛЖ [16, с. 921-925]. Поскольку гипертрофия ЛЖ независимо связана с общей заболеваемостью и смертностью, взаимосвязь между составом тела и структурой сердца имеет решающее значение для понимания влияния этого модифицируемого фактора риска на сердечно-сосудистую систему [22, с. e004396], в качестве мер по профилактики или уменьшения ГЛЖ рекомендовано снижение массы тела [17, с. 32; 21, с. 526-533].

Цель исследования

Изучение конституциональных особенностей типов ремоделирования левого желудочка (ЛЖ) у женщин с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материалы и методы

С целью изучения частоты типов ремоделирования ЛЖ у женщин с ИБС различных конституциональных типов, проживающих в Центральной Сибири (г. Красноярск) обследовано 362 женщины, проходивших стационарное лечение в кардиологическом отделении НИИ медицинских проблем Севера – обособленном подразделении ФИЦ КНЦ СО РАН (НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН) г. Красноярска. В основную группу вошли женщины с АГ в сочетании с ХИБС – 160 человек (медиана возраста – 69,0 [62,0; 75,0] лет), в группу сравнения, женщины с изолированной АГ – 202 человека (медиана возраста – 65,0 [60,0; 74,0] лет) ($U=12996$; $Z=-3,2$; $p=0,001$).

Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами проведения исследований с участием человека Хельсинской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации (Declaration of Helsinki), пересмотр 2013 г. и было одобрено локальным этическим комитетом НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН. Все участвующие в обследовании пациентки давали письменное информированное согласие.

Оценка ИБС проводилась согласно сумме трех критериев: на основе стресс-тестов (велоэргометрической пробы, тредмил-теста), опросника Rose G. A. (1984) и инфаркта миокарда в анамнезе.

Антропометрическое исследование проводилось по общепринятым правилам антропометрических измерений [11, с. 44-47]. Определение конституциональных типов проводилось по методу Галанта И.Б. (1927) в модификации Чтецова В.П. с соавт. (1978) [6, с. 90-94; 9, с. 10-14].

Типы геометрии ЛЖ определяли по классификации Ganau A. с соавт. (1992), на основе определения индекса массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) и относительной толщины стенок ЛЖ (ОТС ЛЖ). Гипертрофию миокарда ЛЖ (ГЛЖ) у женщин диагностировали при значениях ИММЛЖ 95 г/м^2 и более. Геометрические типы ЛЖ такие, как эксцентрическая гипертрофия ЛЖ (ЭГЛЖ), концентрическая гипертрофия ЛЖ (КГЛЖ) и концентрическое ремоделирование ЛЖ (КРЛЖ) рассматривалась как патологические.

Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием программы Statistica 6.0. Количественные данные представлены в виде медианы Me и межквартильного диапазона [C_{25} ; C_{75}], Статистическую значимость различий между группами при проверке нулевой гипотезы оценивали согласно критерию Манна-Уитни. Сравнение качественных показателей проводилась с использованием критерия χ^2 . Статистически значимыми считались различия показателей при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты антропометрического исследования позволили определить конституциональные типы у женщин с изолированной АГ и с АГ в сочетании с ИБС (рис.1). Среди женщин с изолированной АГ чаще определялся мегалосомный конституциональный тип – 62,4% ($p=0,001$), реже наблюдались лица с мезосомным типом конституции – 25,2%, лептосомным – 7,9% и неопределенным – 4,5% соответственно (рис.1).

Среди женщин с АГ в сочетании с ИБС также чаще встречался мегалосомный конституциональный тип 60,0% ($p=0,001$), реже мезосомный – 26,3%, лептосомный – 7,5% и неопределенный – 6,3% (рис. 1) соответственно.

Полученные результаты согласуются с данными проведенных ранее исследований среди женщин г. Красноярск с АГ [13, электрон. ресурс] а также с результатами исследований Старчика Д. А. с соавт. (2015) [10, с. 10-19] и Деревянных Е.В. с соавт. (2016) [3, с. 563-568], согласно которых, самую многочисленную группу среди обследованных женщин составили представительницы мегалосомного типа конституции.

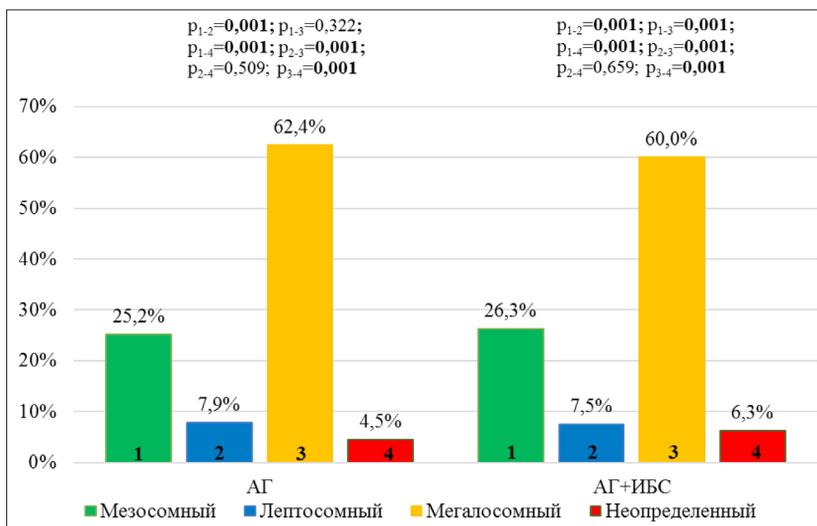


Рис. 1. Конституциональная характеристика обследуемых женщин г. Красноярск с изолированной АГ и с АГ в сочетании с ИБС

Установлено, что между собой обследуемые группы не имели статистически значимых различий по частоте изучаемых конституциональных

типов: мезосомный тип – 25,2% vs 26,3% ($\chi^2=0,050$, $df=1$, $p=0,828$), лептосомный – 7,9% vs 7,5% ($\chi^2=0,020$, $df=1$, $p=0,882$), мегалосомный 62,4% vs 60,0% ($\chi^2=0,210$, $df=1$, $p=0,645$) и неопределенный – 4,5% vs 6,3% ($\chi^2=0,580$, $df=1$, $p=0,447$) тип конституции соответственно.

Исходя из полученных данных ультразвукового исследования сердца, у пациенток обеих групп были определены типы геометрии ЛЖ с использованием классификации Ganau A. с соавт. (1992) (рис. 2).

Установлено, что у 8,4% женщин с изолированной АГ, ИММЛЖ и геометрия ЛЖ соответствовали нормативным величинам. Более половины обследованных имели КГЛЖ – 64,9% ($p=0,001$), реже ЭГЛЖ – 16,8% и КРЛЖ – 9,9% соответственно.

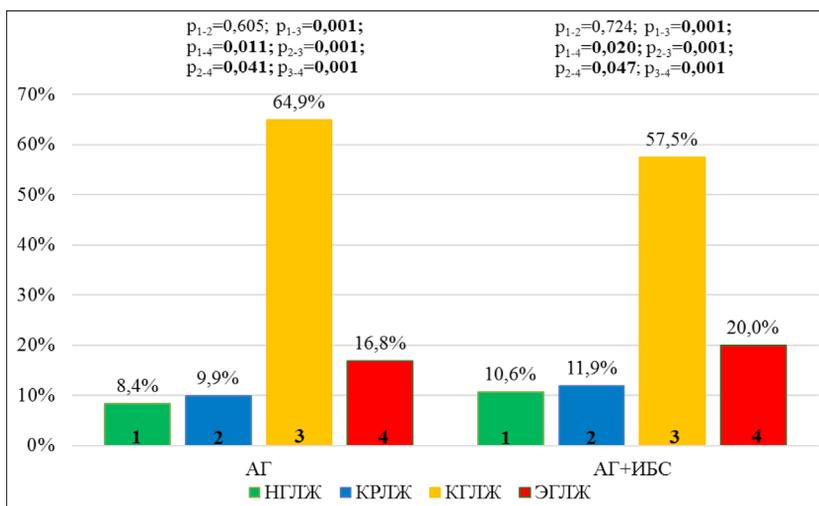


Рис. 2. Частота вариантов ремоделирования ЛЖ у обследуемых женщин г. Красноярска с изолированной АГ и с АГ в сочетании с ИБС.

Примечание: НГЛЖ – нормальная геометрия ЛЖ, КРЛЖ – концентрическое ремоделирование ЛЖ, КГЛЖ – концентрическая гипертрофия ЛЖ, ЭГЛЖ – эксцентрическая гипертрофия ЛЖ.

Среди женщин с АГ в сочетании с ИБС отмечалась подобная тенденция распределения типов ремоделирования ЛЖ. Более половины обследованных имели КГЛЖ – 57,5% ($p=0,001$), реже ЭГЛЖ – 20,0%, КРЛЖ – 11,9% и нормальную геометрию ЛЖ (НГЛЖ) – 10,6% соответственно (рис. 2).

Установлено, что между собой обследуемые группы, кроме женщин с КГЛЖ – 64,9% vs 57,5% ($\chi^2=3,850$, $df=1$, $p=0,050$), не имели статистически

значимых различий по частоте типов ремоделирования ЛЖ: НГЛЖ – 8,4% vs 10,6% ($\chi^2=0,510$, $df=1$, $p=0,474$), КРЛЖ – 9,9% vs 11,9% ($\chi^2=0,360$, $df=1$, $p=0,547$), и ЭГЛЖ – 16,8% vs 20,0% ($\chi^2=0,600$, $df=1$, $p=0,438$) соответственно.

Таким образом наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у 91,6% обследованных с изолированной АГ и у 89,4% женщин с АГ в сочетании с ИБС. При этом, как среди женщин с изолированной АГ, так и среди женщин с АГ в сочетании с ИБС, наиболее часто встречающимся типом геометрии миокарда ЛЖ была КГЛЖ: 64,9% и 57,5% соответственно.

Полученные результаты согласуются с данными ряда исследований [8, с. 11-14; 10, с. 10-19], в которых изучались показатели структурно-функционального состояния миокарда у женщин с АГ и ИБС. Согласно данным исследования Ларевой Н. В. с соавт. (2012) установлено, что частота КГЛЖ у женщин с ИБС составила 95,5%, что было статистически значимо выше, чем у мужчин [8 с. 11-14]. По данным Скибицкого В. В. с соавт. (2020) наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у более 80% обследованных женщин с ИБС, при этом наиболее часто встречающимся типом геометрии миокарда ЛЖ была КГЛЖ – от 50,0% до 54,6% [10, с. 10-19].

Изучена частота вариантов ремоделирования ЛЖ у женщин различных конституциональных типов с АГ в сочетании с ИБС (табл. 1).

Таблица 1.

Частота встречаемости вариантов ремоделирования левого желудочка у женщин с АГ в сочетании с ИБС, различных конституциональных типов

Тип ремоделирования	Конституциональный тип				p
	1. Мезосомный абс. (%)	2. Лептосомный абс. (%)	3. Мегалосомный абс. (%)	4. Неопределенный абс. (%)	
1. НГЛЖ	3 (7,1%)	1 (8,3%)	13 (13,5%)	0 (0,0%)	$p_{1,2}=0,890$; $p_{1,3}=0,280$; $p_{1,4}=0,384$; $p_{2,3}=0,613$; $p_{2,4}=0,350$; $p_{3,4}=0,214$
2. КРЛЖ	2 (4,8%)	2 (16,7%)	13 (13,5%)	2 (20,0%)	$p_{1,2}=0,165$; $p_{1,3}=0,127$; $p_{1,4}=0,104$; $p_{2,3}=0,768$; $p_{2,4}=0,840$; $p_{3,4}=0,577$
3. КГЛЖ	28 (66,7%)	6 (50,0%)	53 (55,2%)	5 (50,0%)	$p_{1,2}=0,292$; $p_{1,3}=0,208$; $p_{1,4}=0,325$; $p_{2,3}=0,733$; $p_{2,4}=1,000$; $p_{3,4}=0,753$
4. ЭГЛЖ	9 (21,4%)	3 (25,0%)	17 (17,7%)	3 (30,0%)	$p_{1,2}=0,793$; $p_{1,3}=0,607$; $p_{1,4}=0,563$; $p_{2,3}=0,540$; $p_{2,4}=0,793$; $p_{3,4}=0,344$
<i>p (по столбцам)</i>	$p_{1,2}=0,645$; $p_{1,3}=0,001$; $p_{1,4}=0,061$; $p_{2,3}=0,001$; $p_{2,4}=0,024$; $p_{3,4}=0,001$	$p_{1,2}=0,537$; $p_{1,3}=0,025$; $p_{1,4}=0,273$; $p_{2,3}=0,083$; $p_{2,4}=0,615$; $p_{3,4}=0,206$	$p_{1,2}=1,000$; $p_{1,3}=0,001$; $p_{1,4}=0,427$; $p_{2,3}=0,001$; $p_{2,4}=0,427$; $p_{3,4}=0,001$	$p_{1,2}=0,136$; $p_{1,3}=0,010$; $p_{1,4}=0,060$; $p_{2,3}=0,160$; $p_{2,4}=0,606$; $p_{3,4}=0,361$	

Установлено, что КГЛЖ чаще встречалась при всех конституциональных типах у женщин с ИБС в сочетании с АГ: при мезосомном конституциональном типе – 66,7%, при лептосомном – 50,0%, при мегалосомном – 55,2% и при неопределенном типе конституции – 50,0% соответственно, при этом различия имели статистическую значимость при мезосомном и мегалосомном типах конституции (табл. 1).

Также установлено, что среди женщин с АГ в сочетании с ИБС неопределенного типа конституции было больше лиц, имеющих КРЛЖ и ЭГЛЖ и не было, имеющих НГЛЖ.

При изучении частоты вариантов ремоделирования ЛЖ у женщин различных конституциональных типов с изолированно протекающей АГ установлено, что, как и у женщин с АГ в сочетании с ИБС, наиболее частым типом ремоделирования ЛЖ, независимо от типа конституции была КГЛЖ: при мезосомном конституциональном типе – 62,7%, при лептосомном – 81,3%, при мегалосомном – 64,3% и при неопределенном типе конституции – 55,6% соответственно, при этом различия имели статистическую значимость при всех типах конституции (табл. 2).

Таблица 2.

Частота встречаемости вариантов ремоделирования левого желудочка у женщин с изолированной АГ, различных конституциональных типов

Тип ремоделирования	Конституциональный тип				p
	1. Мезосомный	2. Лептосомный	3. Мегалосомный	4. Неопределенный	
	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	
1. НГЛЖ	6 (11,8%)	0 (0,0%)	8 (6,3%)	3 (33,3%)	$p_{1,2}=0,151$; $p_{1,3}=0,227$; $p_{1,4}=0,095$; $p_{2,3}=0,300$; $p_{2,4}=0,014$; $p_{3,4}=0,004$
2. КРЛЖ	6 (11,8%)	0 (0,0%)	13 (10,3%)	1 (11,1%)	$p_{1,2}=0,151$; $p_{1,3}=0,778$; $p_{1,4}=0,955$; $p_{2,3}=0,178$; $p_{2,4}=0,174$; $p_{3,4}=0,940$
3. КГЛЖ	32 (62,7%)	13 (81,3%)	81 (64,3%)	5 (55,6%)	$p_{1,2}=0,169$; $p_{1,3}=0,847$; $p_{1,4}=0,683$; $p_{2,3}=0,177$; $p_{2,4}=0,170$; $p_{3,4}=0,599$
4. ЭГЛЖ	7 (13,7%)	3 (18,8%)	24 (19,0%)	0 (0,0%)	$p_{1,2}=0,322$; $p_{1,3}=0,137$; $p_{1,4}=0,048$; $p_{2,3}=0,977$; $p_{2,4}=0,166$; $p_{3,4}=0,149$
p (по столбцам)	$p_{1,2}=1,000$; $p_{1,3}=0,001$; $p_{1,4}=0,767$; $p_{2,3}=0,001$; $p_{2,4}=0,767$; $p_{3,4}=0,001$	$p_{1,2}=1,000$; $p_{1,3}=0,001$; $p_{1,4}=0,069$; $p_{2,3}=0,001$; $p_{2,4}=0,069$; $p_{3,4}=0,001$	$p_{1,2}=0,255$; $p_{1,3}=0,001$; $p_{1,4}=0,003$; $p_{2,3}=0,001$; $p_{2,4}=0,050$; $p_{3,4}=0,001$	$p_{1,2}=0,257$; $p_{1,3}=0,343$; $p_{1,4}=0,058$; $p_{2,3}=0,046$; $p_{2,4}=0,304$; $p_{3,4}=0,009$	

Также установлено, что чаще НГЛЖ чаще отмечалась у женщин с изолированной АГ, имеющих неопределенный тип конституции, в то время

как среди пациенток с лептосомным конституциональным типом НГЛЖ выявлено не было. Частота ЭГЛЖ была выше среди женщин с мегалосомным и лептосомным конституциональными типами.

При сравнительном анализе частоты вариантов ремоделирования ЛЖ между группами конституциональных типов женщин с изолированной АГ и с АГ в сочетании с ИБС, статистически значимых различий выявлено не было.

Резюмируя вышеизложенное следует отметить, что проведенное исследование позволило выявить и количественно охарактеризовать распределение неблагоприятных типов ремоделирования ЛЖ у женщин по конституциональным типам, как с изолированно протекающей АГ, так и при сочетании АГ с ИБС. Выявленные конституциональные особенности частоты неблагоприятных типов геометрии ЛЖ у женщин обследованных групп могут быть использованы для персонифицированной оценки сердечно-сосудистого риска.

Выводы

Наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у 91,6% обследованных с изолированной АГ и у 89,4% женщин с АГ в сочетании с ИБС. При этом, как среди женщин с изолированной АГ, так и среди женщин с АГ в сочетании с ИБС, наиболее часто встречающимся типом геометрии миокарда ЛЖ была КГЛЖ: 64,9% и 57,5% соответственно.

Установлено, что КГЛЖ чаще встречалась при всех конституциональных типах, как у женщин с АГ в сочетании с ИБС, так и с изолированно протекающей АГ. НГЛЖ чаще отмечалась у женщин с изолированной АГ неопределенного конституционального типа, а среди женщин с АГ в сочетании с ИБС – мегалосомного типа.

Список литературы

1. Балева Е.С., Алешкина О.Ю., Кром И.Л. Антропометрические предикторы сердечно-сосудистого континуума больных ишемической болезнью сердца // Саратовский научно-медицинский журнал. 2015. Т.11. № 4. С. 520-523. <https://ssmj.ru/2015/4/520>
2. Деревянных Е.В., Яскевич Р.А., Балашова Н.А., Москаленко О.Л. Распространенность избыточной массы тела среди женщин медицинских работников крупной клинической больницы города Красноярска // В мире научных открытий. 2016. № 7 (79). С. 26-46. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-7-2>
3. Деревянных Е.В., Яскевич Р.А., Балашова Н.А. Антропометрические особенности и компонентный состав массы тела у женщин медицинских работников с артериальной гипертонией // Международный журнал

- прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 7-4. С. 563-568. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9875>
4. Кандилова В.Н. Ремоделирование сердца и сосудов при артериальной гипертензии: роль сопутствующего ожирения // Клиницист. 2020. Т. 14, № 1-2. С. 62-72. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2020-14-1-2-62-72>
 5. Кедринская А.Г., Куприенко Н.Б., Образцова Г.И., Леонова И.А. Структурные изменения сердца и антропометрические маркеры ремоделирования миокарда при избыточной массе тела и ожирении у детей // Артериальная гипертензия. 2018. Т. 24, № 5. С. 570-580. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2018-24-5-570-580>
 6. Коган М.П., Филимонова Е.Э., Сорокин Е.Л., Кривко С.В. Возможности использования типологии морфофункционального строения организма человека в клинических исследованиях // Здоровоохранение Дальнего Востока. 2020. № 1 (83). С. 90-94. <https://doi.org/10.33454/1728-1261-2020-1-90-95>
 7. Козлов И. Д., Гракович А.А., Апанасевич В.В., Плащинская Л.И. Роль соматотипа в развитии и течении ишемической болезни сердца // Медицинские новости. 2004. № 4. С. 87-90. <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=1683>
 8. Ларёва Н.В., Валова Т.В., Лобунцова А.К. Гендерные особенности ремоделирования левого желудочка у лиц пожилого возраста с артериальной гипертензией и ИБС // Дальневосточный мед. журнал. 2012. № 2. С. 11-14.
 9. Никитюк Д.Б., Николенко В.Н., Хайруллин Р.М. и др. Антропометрический метод и клиническая медицина // Журнал анатомии и гистопатологии. 2013. Т. 2, № 2. С. 10-14.
 10. Скибицкий В.В., Городецкая Е.В., Фендрикова А.В., Кудряшов Е.А. Гендерные особенности влияния комбинированной антигипертензивной терапии на структурно-функциональное состояние миокарда левого желудочка у больных артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца // Проблемы женского здоровья. 2015. Т. 10, № 1. С. 10-19.
 11. Старчик Д.А. Конституционально-анатомические типы и их количественное представительство среди женщин зрелого возраста // Журнал анатомии и гистопатологии. 2015. Т. 4, № 4(16). С. 44-48. https://anatomy.elpub.ru/jour/article/view/255?locale=ru_RU
 12. Чаплыгина Е.В., Аксенова О.А., Варганова О.Т. и др. Современные представления о конституции человека и ее значение для медицины // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14640> (дата обращения: 25.05.2021).
 13. Яскевич Р.А. Антропометрические особенности и компонентный состав массы тела у женщин мигрантов Крайнего Севера с артериальной гипертензией // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 4. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24936> (дата обращения: 25.05.2021).

14. Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. Особенности вариантов ремоделирования левого желудочка у мужчин мигрантов Крайнего Севера с артериальной гипертонией, различных конституциональных типов // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2020. Т. 12, № 5. С. 150-164. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-150-164>
15. Яскевич Р.А., Повshedная О.Н., Москаленко О.Л. Структурно-функциональное состояние миокарда и типы гемодинамики у мужчин с артериальной гипертонией различных конституциональных типов // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2020. Т. 12, № 4. С. 84-103. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-4-84-103>
16. Britton K. A., Massaro J. M., Murabito J. M. et al. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality // *J. Am. Coll. Cardiol*. 2013. Vol. 62, N 10. P. 921-925. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.027>
17. Corden B., de Marvao, A., Dawes, T.J. et al. Relationship between body composition and left ventricular geometry using three dimensional cardiovascular magnetic resonance // *J Cardiovasc Magn Reson*. 2016. Vol. 18. P. 32. <https://doi.org/10.1186/s12968-016-0251-4>.
18. Ferreira-González I. The epidemiology of coronary heart disease // *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2014. Vol.67, № 2. P. 139-44. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2013.10.002>
19. Gerber Y, Gibbons R. J., Weston S. A. et al. Coronary disease surveillance in the community: angiography and revascularization // *J Am Heart Assoc*. 2020. Vol. 9. e015231. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.015231>
20. Jones D. S., Greene J. A. The decline and rise of coronary heart disease: understanding public health catastrophism. // *Am J Public Health*. 2013. Vol. 103, № 7. P. 1207-1218. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301226>
21. Kim N.Y., Hong Y. M., Jung J. W. et al. The relationships of body mass index, waist-to-height ratio, and body fat percentage with blood pressure and its hemodynamic determinants in Korean adolescents: a school-based study // *Korean J. Pediatr*. 2013. Vol. 56. N 12. P. 526-533. <https://doi.org/10.3345/kjp.2013.56.12.526>
22. Selvaraj S., Martinez E. E., Aguilar F. G. et al. Association of central adiposity with adverse cardiac mechanics: Findings From the Hypertension Genetic Epidemiology Network Study // *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2016. Vol. 9, N 6. e004396. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.115.004396>

References

1. Baleva E.S., Aleshkina O.Yu., Krom I.L. Antropometricheskie prediktory serdechno-sosudistogo kontinuuma bol'nykh ishemicheskoy boleznyu serdtsa [Anthropometric predictors of the cardiovascular continuum of patients with coronary heart

- disease]. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Journal of Medical Scientific Research], 2015, vol. 11, no. 4, pp. 520-523. <https://ssmj.ru/2015/4/520>
2. Derevyannykh E.V., Yaskevich R.A., Balashova N.A., Moskalenko O.L. Rasprostranennost' izbytochnoy massy tela sredi zhenshchin meditsinskikh rabotnikov krupnoy klinicheskoy bol'nitsy goroda Krasnoyarska [Prevalence of overweight among female medical workers of a large clinical hospital in Krasnoyarsk]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries], 2016, no. 7 (79), pp. 26-46. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-7-2>
 3. Derevyannykh E.V., Yaskevich R.A., Balashova N.A. Antropometricheskie osobennosti i komponentnyy sostav massy tela u zhenshchin meditsinskikh rabotnikov s arterial'noy gipertoniey [Anthropometric characteristics and composition of body weight in women medical workers with arterial hypertension]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2016, no. 7-4, pp. 563-568. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9875>
 4. Kandilova V. N. Remodelirovaniye serdtsa i sosudov pri arterial'noy gipertenzii: rol' soputstvuyushchego ozhireniya [Remodeling of the heart and blood vessels in arterial hypertension: the role of concomitant obesity]. *Klinitsist* [Clinician], 2020, vol. 14, no. 1-2, pp. 62-72. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2020-14-1-2-62-72>
 5. Kedrinskaya A.G., Kuprienko N.B., Obraztsova G.I., Leonova I.A. Strukturnye izmeneniya serdtsa i antropometricheskie markery remodelirovaniya miokarda pri izbytochnoy masse tela i ozhireнии u detey [Structural changes in the heart and anthropometric markers of myocardial remodeling in overweight and obesity in children]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension], 2018, vol. 24, no. 5, pp. 570-580.
 6. Kogan M.P., Filimonova E.E., Sorokin E.L., Krivko S.V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya tipologii morfofunktsional'nogo stroeniya organizma cheloveka v klinicheskikh issledovaniyakh [Possibilities of using the typology of the morphofunctional structure of the human body in clinical research]. *Zdravookhranenie Dal'negu Vostoka* [Healthcare of the Far East], 2020, no. 1 (83), pp. 90-94. <https://doi.org/10.33454/1728-1261-2020-1-90-95>
 7. Kozlov I.D., Grakovich A.A., Apanasevich V.V., Plashchinskaya L.I. Rol' somatotipa v razvitii i techenii ishemicheskoy bolezni serdtsa [The role of the somatotype in the development and course of coronary heart disease]. *Meditsinskie novosti* [Medical News], 2004, no. 4, pp. 87-90. <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=1683>
 8. Lareva N.V., Valova T.V., Lobuntsova A.K. Gendernye osobennosti remodelirovaniya levogo zheludochka u lits pozhilogo vozrasta s arterial'noy gipertenziey i IBS [Gender characteristics of left ventricular remodeling in elderly people with arterial hypertension and coronary artery disease]. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal* [Far Eastern Medical Journal], 2012, no. 2, pp. 11-14.

9. Nikityuk D. B., Nikolenko V. N., Khayrullin R. M. i dr. Antropometricheskii metod i klinicheskaya meditsina [Anthropometric method and clinical medicine]. *Zhurnal anatomii i gistopatologii* [Journal of Anatomy and Histopathology], 2013, vol. 2, no. 2, pp. 10-14.
10. Skibitskiy V.V., Gorodetskaya E.V., Fendrikova A.V., Kudryashov E.A. Gendernye osobennosti vliyaniya kombinirovannoy antigipertenzivnoy terapii na strukturno-funktsional'noe sostoyanie miokarda levogo zheludochka u bol'nykh arterial'noy gipertoniei i ishemicheskoy bolezni serdtsa [Gender characteristics of the effect of combined antihypertensive therapy on the structural and functional state of the left ventricular myocardium in patients with arterial hypertension and coronary heart disease]. *Problemy zhenskogo zdorov'ya* [Problems of Women's Health], 2015, vol. 10, no. 1, pp. 10-19.
11. Starchik D.A. Konstitutsional'no-anatomicheskie tipy i ikh kolichestvennoe predstavitel'stvo sredi zhenshchin zrelogo vozrasta [Constitutional-anatomical types and their quantitative representation among women of mature age]. *Zhurnal anatomii i gistopatologii* [Journal of Anatomy and Histopathology], 2015, vol. 4, no. 4(16), pp. 44-48. https://anatomy.elpub.ru/jour/article/view/255?locale=ru_RU
12. Chaplygina E.V., Aksenova O.A., Vartanova O.T. et al. Sovremennye predstavleniya o konstitutsii cheloveka i ee znachenie dlya meditsiny [Modern ideas about the human constitution and its importance for medicine]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, № 5. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14640>
13. Yaskevich R.A. Antropometricheskie osobennosti i komponentnyy sostav massy tela u zhenshchin migrantov Kraynego Severa s arterial'noy gipertoniei [Anthropometric characteristics and component composition of body weight in women migrants of the Far North with arterial hypertension]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2016, no. 4. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24936>
14. Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Osobennosti variantov remodelirovaniya levogo zheludochka u muzhchin migrantov Kraynego Severa s arterial'noy gipertoniei, razlichnykh konstitutsional'nykh tipov [Features of variants of left ventricular remodeling in male migrants of the Far North with arterial hypertension, various constitutional types]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 5, pp. 150-164. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-150-164>
15. Yaskevich R.A., Povshednaya O.N., Moskalenko O.L. Strukturno-funktsional'noe sostoyanie miokarda i tipy gemodinamiki u muzhchin s arterial'noy gipertoniei razlichnykh konstitutsional'nykh tipov [Structural and functional

- state of the myocardium and types of hemodynamics in men with arterial hypertension of various constitutional types]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 4, pp. 84-103. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-4-84-103>
16. Britton K. A., Massaro J. M., Murabito J. M. et al. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2013, vol. 62, no. 10, pp. 921-925. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.027>
 17. Corden B., de Marvao, A., Dawes, T.J. et al. Relationship between body composition and left ventricular geometry using three dimensional cardiovascular magnetic resonance. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.*, 2016, vol. 18, pp. 32. <https://doi.org/10.1186/s12968-016-0251-4>
 18. Ferreira-González I. The epidemiology of coronary heart disease. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2014, vol. 67, no. 2, pp. 139-44. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2013.10.002>
 19. Gerber Y., Gibbons R. J., Weston S. A. et al. Coronary disease surveillance in the community: angiography and revascularization. *J. Am Heart Assoc.*, 2020, vol. 9, e015231. <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.015231>
 20. Jones D.S., Greene J.A. The decline and rise of coronary heart disease: understanding public health catastrophism. *Am J. Public Health*, 2013, vol. 103, no. 7, pp. 1207-1218. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301226>
 21. Kim N. Y., Hong Y. M., Jung J. W. et al. The relationships of body mass index, waist-to-height ratio, and body fat percentage with blood pressure and its hemodynamic determinants in Korean adolescents: a school-based study. *Korean J. Pediatr.*, 2013, vol. 56, no. 12, pp. 526-533. <https://doi.org/10.3345/kjp.2013.56.12.526>
 22. Selvaraj S., Martinez E. E., Aguilar F. G. et al. Association of central adiposity with adverse cardiac mechanics: Findings From the Hypertension Genetic Epidemiology Network Study. *Circ. Cardiovasc. Imaging*, 2016, vol. 9, no. 6, e004396. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.115.004396>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Яскевич Роман Анатольевич, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней и терапии, ведущий научный сотрудник группы патологии сердечно-сосудистой системы, кандидат медицинских наук, доцент *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»; Федеральное государственное бюджетное образовательное*

*учреждение высшего образования «КрасГМУ им. проф. Ф.В. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация; ул. Партизана Железняка, 1а, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
cardio@impn.ru*

Москаленко Ольга Леонидовна, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
gre-ll@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Roman A. Yaskевич, Associate Professor at Department of Propedeutics of Internal Diseases and Therapy, Leading Researcher of the Group Pathology of the Cardiovascular System, Candidate of Medical Science, Docent *Scientific Research Institute of medical problems of the North; Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenezkiy
3g, P. Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation; 1a, P. Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
cardio@impn.ru
ORCID: 0000-0003-4033-3697*

Olga L. Moskalenko, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences *Scientific Research Institute of medical problems of the North
3g, P. Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
gre-ll@mail.ru
SPIN-code: 9730-6265
ORCID: 0000-0003-4268-6568
ResearcherID: H-4076-2017
Scopus Author ID: 57221448825*

Поступила 08.03.2021
После рецензирования 10.04.2021
Принята 30.04.2021

Received 08.03.2021
Revised 10.04.2021
Accepted 30.04.2021

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ

SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-76-103

УДК 612.06

О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ХОЛИНА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА И ВЫСШИХ ЖИВОТНЫХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Р.А. Беккер, Ю.В. Быков, А.Ю. Быкова

Цель исследования. Представить читателю подробный обзор литературы об истории открытия холина и истории исследования в дальнейшем его биологической роли в организме человека и высших животных. Детально описать механизмы его биосинтеза, всасывания, транспорта и метаболизма в организме человека и высших животных, многообразие выполняемых им и его производными физиологических функций, симптомы его дефицита в рационе. Привести данные об установленных в США и ЕС минимальных нормах потребления холина с пищей.

Методология проведения работы. Мы начали нашу работу с изучения литературы по истории медицины, а также энциклопедической литературы о витаминах и витамин-подобных соединениях и руководств по биохимии. Затем мы воспользовались поисковыми системами PubMed и ScienceDirect для нахождения релевантных статей о биологической роли холина, о его биосинтезе, всасывании, транспорте, о симптомах его дефицита. После этого мы использовали материалы с сайтов US National Academy of Medicine и European Food Safety Agency о рекомендованных суточных нормах потребления холина с пищей.

Результаты. Найденные нами и представленные в настоящем обзоре литературы данные о биологической роли холина в организме человека и выс-

ших животных убедительно свидетельствуют о важной роли достаточного потребления холина в суточном рационе для поддержания общего состояния здоровья, в частности, для поддержания нормального состояния кожи и её придатков, суставного хряща, скелетных мышц, для нормального функционирования печени и эндокринной системы (прежде всего – коры и мозгового слоя надпочечников, половых желёз), для предотвращения камнеобразования в желчи, для улучшения памяти и когнитивного функционирования, для снижения атерогенности плазмы крови и улучшения её липидного профиля, торможения развития атеросклероза.

Область применения результатов. Полученные нами данные заслуживают самого широкого применения в различных областях медицины и ветеринарии.

Ключевые слова: холин; холина-О-сульфат; фосфатидилхолин; ацетилхолин; история медицины

Для цитирования: Беккер Р.А., Быков Ю.В., Быкова А.Ю. О биологической роли холина в организме человека и высших животных (обзор литературы) // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 76-103. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-76-103

ON THE BIOLOGICAL ROLE OF CHOLINE IN HUMAN AND HIGHER ANIMAL ORGANISMS (A LITERATURE REVIEW)

R.A. Bekker, Yu.V. Bykov, A.Yu. Bykova

Purpose. To provide the reader a detailed literature review regarding the history of the discovery of choline, then the history of further research on its biological role in human and higher animal organisms. Describe in detail the mechanisms of choline biosynthesis, absorption, transport and metabolism in human and higher animals, the variety of physiological functions performed by the choline itself and by its derivatives. Describe the various symptoms of dietary choline deficiency. Provide to the reader the data regarding the US and EU minimum recommended dietary intake of choline.

Methodology. We began our work by studying the literature on the history of medicine, as well as encyclopedic literature on vitamins and vitamin-like compounds, and books on biochemistry. Then we used the search engines PubMed and ScienceDirect to find relevant articles discussing the biological role of choline, its

biosynthesis, absorption, transport, and symptoms of its deficiency. We then used materials from the US National Academy of Medicine and the European Food Safety Agency's RDA for choline from food.

Results. *The data we found and presented in this literature review on the biological role of choline in humans and higher animals convincingly indicate the important role of sufficient consumption of choline in the daily diet for maintaining overall health. Sufficient dietary choline is needed to maintain the normal state of the skin and its appendages, articular cartilage, skeletal muscles, to support the normal functioning of the liver and the endocrine system (especially the cortex and the medulla of the adrenal glands, and the gonads), to prevent stone formation in bile, to improve memory and cognitive functioning, to reduce blood plasma atherogenicity and improve its lipid profile, to delay the development of atherosclerosis.*

Practical implications. *The results we presented there deserve the widest application in various fields of both human medicine and veterinary medicine.*

Keywords: *choline; choline-O-sulfate; phosphatidylcholine; acetylcholine; history of medicine*

For citation: *Bekker R. A., Bykov Yu. V., Bykova A. Yu. On the biological role of choline in human and higher animal organisms (A Literature Review). Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 76-103. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-76-103*

Введение

(Краткая историческая справка)

Предыстория, приведшая к открытию физиологической роли холина и его эфиров (в частности, ацетилхолина), весьма интересна и поучительна с точки зрения истории медицины и науки в целом [14].

Ранний период истории медицины

Наивные мистические представления о том, что поедание яичек убитого на охоте животного или поверженного на войне врага будто бы способно придать или вернуть едоку «мужскую силу» (потенцию), омолодить его организм, поедание сердца животного или поверженного врага — якобы способно придать едоку мужества и отваги, а поедание мозга поверженного врага — якобы способно передать едоку его ум и хитрость — были свойственны человечеству с доисторических времён [14].

Ещё Гиппократ из Коса (*Hippocrates of Kos*) пытался применять винный (то есть водно-спиртовой) экстракт из бычьих яичек внутрь, в качестве средства для «омоложения организма» и повышения «мужской силы»

(потенции). Он же верил и в магическую «омолаживающую силу» желтка птичьих яиц или яиц пресмыкающихся, а также икры рыб и земноводных (которые, как мы знаем сегодня, богаты, среди прочего, и холином), орешков, пророщенных семян злаков и т. п. Эту свою веру Гиппократ основывал на том, что из яйца или икринки зарождается новая жизнь животного, а из семян зарождается новая жизнь растения [14].

В более поздние исторические эпохи, уже во времена Галена из Пергама (*Galen of Pergamon*) и ещё позднее, в Средневековье, задолго до Самуэля Ганемана (*Christian Friedrich Samuel Hahnemann*) и выдвижения им гомеопатического принципа «подобное лечится подобным», многие врачи пытались (в основном безуспешно) применять поедание различных органов животных или приём внутрь водно-спиртовых экстрактов из них, в качестве средства лечения заболеваний именно этих органов (то есть, экстрактами печени пытались лечить болезни печени, экстрактами почек — болезни почек, и т. д.). Однако было одно исключение из общего правила о безуспешности подобных попыток: употребление в пищу щитовидных желёз животных или экстрактов из них, по-видимому, действительно было эффективным в лечении зоба и микседемы на протяжении столетий [14].

***Выделение холина из желчи животных, икры рыб,
яичного желтка, спермы, половых органов и мозга животных***

В 1849 году немецкий химик Адольф Штреккер (*Adolph Friedrich Ludwig Strecker*) впервые сумел выделить из желчи свиной некое белое кристаллическое, очень гигроскопичное, вещество с сильными щелочными свойствами и характерным «аминным» запахом, напоминающим запах гниющего мяса или гниющей рыбы (запах триметиламина). Это и было холина основание (вернее, холина гидроксид). Однако тогда Штреккер решил не давать открытому им веществу никакого нового названия, сочтя его то ли случайной находкой, то ли уже известным к тому времени триметиламином [13, 16].

Немного позднее, в 1852 году, Леонид Бабо (*Leonid Babo*) и Микаэль Хиршбрунн (*Michael Hirschbrunn*) выделили из семян белой горчицы очень похожее по физико-химическим и органолептическим свойствам вещество. Они назвали его «синкалином», в честь горчицы [13].

В 1862 году Адольф Штреккер повторил свои эксперименты с желчью, но на этот раз уже не только свиной, но и бычьей. Ему снова удалось успешно выделить из желчи обоих видов животных то же вещество, что и в первый раз. Только после этого он впервые предложил для открытого им вещества название «холин», от греческого слова «холе» – желчь. Ему

также удалось корректно идентифицировать элементный состав холина и описать его молекулярной формулой $C_5H_{13}NO$ [17].

В 1850 году французский химик Теодор Николас Гобли (*Theodore Nicholas Gobley*) сумел выделить из головного мозга, икры и молоко карпа, а затем из яичного желтка, яичек быка и бычьей спермы, некое вещество. Первоначально он хотел назвать это вещество «спермином», поскольку оно было обнаружено им и в молоках карпа, и в яичках быка, и в бычьей сперме. Однако потом, решив, что название «спермин» звучит не очень хорошо, он выбрал для выделенного им из икры карпа и из яичного желтка вещества название «лецитин» – от греческого слова *lekithos*, обозначающего яичный желток, а для того вещества, которое он выделил из головного мозга карпа – название «церебрин» (тогда он полагал, что это разные вещества). Спермином же сегодня называют совсем другое химическое вещество (впрочем, тоже являющееся, подобно холину, азотистым основанием) [8, 15].

Позже, в 1874 году, то есть уже после идентификации Адольфом фон Байером (*Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Baeuer*) структурной формулы холина, Теодор Гобли сумел доказать, что выделенные им в 1850 году вещества («лецитин» и «церебрин») являются на самом деле смесью различных фосфатидилхолинов [8, 15].

В 1865 году немецкий врач, фармаколог и химик Оскар Либрейх (*Matthias Eugen Oscar Liebreich*) выделил из мозга животных некое дурно пахнущее (с характерным сильным «аминным» запахом, напоминающим уже известный тогда запах триметиламина, одного из продуктов гниения рыбы или мяса), сильно щелочное, очень гигроскопичное белое кристаллическое вещество, которое он назвал «нейрин». Это, как мы знаем сегодня, тоже было холина основание (точнее, холина гидроксид) [12].

В 1867 году немецкий химик и фармаколог Адольф фон Байер впервые сумел корректно определить структурные формулы «нейрина» Оскара Либрейха (то есть холина гидроксида) и полученного из него полусинтетическим путём ацетилхолина [13].

Немногим позже, в том же 1867 году, украинский химик – Владимир Дыбковский из Киева – сумел показать, что «нейрин», выделенный в 1865 году из мозга животных Оскаром Либрейхом, и «холин», впервые выделенный в 1849 году Адольфом Штреккером из свиной желчи – представляют собой химически одно и то же вещество [6].

В том же 1867 году немецкие химики Адольф Клаус (*Adolf Karl Ludwig Claus*) и Отто Киз (*Otto Kiese*) сумели доказать, что «нейрин», выделенный в 1865 году из мозга животных Оскаром Либрейхом, и «синкалин», выде-

ленный чуть ранее, в 1852 году, Леонидом Бабо и Микаэлем Хиршбрунном из семян белой горчицы – тоже представляют собой химически одно и то же вещество. После этого за данным веществом окончательно закрепилось название «холин», а за Адольфом Штреккером – слава его первооткрывателя. Годом открытия холина, соответственно, принято считать 1849 год [4].

Поскольку уже во второй половине 19 века разными исследователями было установлено особенно высокое содержание холина и холин-содержащих фосфолипидов в таких органах и тканях животных, как печень, почки, головной мозг, надпочечники, половые железы (яички и яичники), сперма или желток яйца (то есть яйцеклетка), по сравнению с, например, мышечной тканью, то это породило уже в то время множество гипотез и спекуляций о том, какую роль может играть холин в работе именно этих органов [14].

Зарождение гуморальной (гормональной) теории

В 1848 году немецкий физиолог и зоолог Арнольд Бертольд (*Arnold Adolf Berthold*) впервые показал, что имплантация кастрированным самцам кролика их собственных яичек в брюшную полость эффективно предотвращает ухудшение качества шерсти, уменьшение мышечной массы и нарастание жировой массы. Поскольку яички этих кроликов, имплантированные в брюшную полость, были лишены иннервации и имели только кровоснабжение, то он заключил, что яички, по-видимому, выделяют в кровь некое вещество, предотвращающее эффект кастрации [14].

Проделав тот же эксперимент с самками кроликов, которым Бертольд вживлял ткань их собственных яичников, удалённых из брюшной полости, под кожу, он получил сходный эффект предотвращения посткастрационного ожирения и ухудшения качества шерсти. Это послужило основанием для выдвижения им «гуморальной теории» – теории о том, что яички и яичники, а возможно, и какие-то другие органы, являются железами внутренней секреции, то есть выделяют в кровь некие вещества, названные им сначала, в подражание Гиппократу, «хуморами», а потом переименованные им же в «гормоны» [14].

Установление факта секреции неких гормонов тканью мозгового слоя надпочечников

Эксперименты Бертольда привлекли внимание других специалистов. Это привело к тому, что возможность секреции гормонов другими органами тела человека и животных стала активно изучаться. Уже в 1856 году, всего через год после описания в 1855 году британцем Томасом Аддисо-

ном (*Thomas Addison*) болезни, которая развивается на фоне поражения или разрушения надпочечников, и которая ныне, в его честь, названа «болезнью Аддисона», парижане Габриэль Констанц Колин (*Gabriel Constant Colin*) и Альфред Вюльпиан (*Edme Felix Alfred Vulpian*), оба – ученики знаменитого французского физиолога Франсуа Мажанди (*Francois Magendie*), показали, что венозная кровь, оттекающая от медуллярной (мозговой) ткани надпочечников, способна восстанавливать красный раствор хлорида железа (III) до зелёного раствора хлорида железа (II), тогда как артериальная кровь, притекающая к надпочечникам, такого эффекта не производит. Они логично предположили, что мозговое вещество надпочечников выделяет какие-то гормонально активные вещества, являющиеся сильными восстановителями (то есть легко окисляющиеся). Однако прошло ещё 40 лет, прежде чем природа этих веществ была установлена [14].

В 1893 году английский врач Джордж Оливер (*George Oliver*), интересовавшийся в свободное от консультирования пациентов время химическими, физиологическими и эндокринологическими исследованиями, установил, что глицериновые и водно-спиртовые экстракты из мозгового вещества надпочечников вызывают при приёме внутрь у добровольца (его собственного, 12-летнего в то время, сына!) учащение сердцебиения (тахикардию), повышение артериального давления (артериальную гипертензию), бледность кожных покровов, расширение зрачков (мидриаз) и видимое с помощью лупы сужение лучевой артерии на запястье [14].

Это многое говорит как о хорошо развитой наблюдательности Джорджа Оливера (ведь, как мы знаем сегодня, более чем 90% от введённой перорально дозы суммы катехоламинов мозгового слоя надпочечников в кишечнике, на самом деле, инактивируется моноаминоксидазой типа Б и не попадает в кровь, а значительная часть всосавшихся катехоламинов обезвреживается при первом же прохождении через печень), так и о высокой даже по современным меркам чувствительности изобретённого им прибора для измерения артериального давления и скорости кровотока (который он называл не тонометром, как принято сегодня, а «гемодинамометром») [14].

Сделав это открытие, Джордж Оливер связался с Эдвардом Шафером (*Edward Schafer*), работавшим в то время в лаборатории нормальной физиологии Лондонского университета. Проведя вдвоём многочисленные исследования того эффекта, который оказывают водно-спиртовые, эфирные и глицериновые экстракты из мозгового слоя надпочечников на изолированные сосуды, изолированное сердце и изолированные мышцы различных животных, а также на организмы подопытных животных в целом, они в том

же 1893 году представили доклад Королевскому Физиологическому обществу Великобритании, в котором детально описали свои наблюдения [14].

Спустя всего год после опубликования этого доклада в Великобритании, в 1894 году, жидкий водно-спиртовой экстракт мозгового слоя надпочечников овец уже продавался в Германии в качестве наружного средства для остановки кровотечений [14].

Попытки Джона Оливера и Эдварда Шафера выделить из экстрактов мозгового слоя надпочечников активное вещество в чистом виде потерпели неудачу, во многом из-за того, что их коллега химик Бенджамин Мур (*Benjamin Moore*) некорректно предположил, что это вещество является производным пиридина или пиперидина, и, основываясь на принципе «подобное лучше всего экстрагируется подобным», предложил исследовать бензольный или пиридиновый экстракт из мозгового слоя надпочечников (на самом деле, как мы знаем сегодня, адреналин и другие катехоламины довольно плохо растворяются в бензоле, пиридине и других ароматических или гетероароматических растворителях) [14].

В 1896 году другой химик – Зигмунд Френкель (*Sigmund Frankel*) из Венского университета – сумел показать, что активное вещество мозгового слоя надпочечников не содержит пиридиновой или пиперидиновой группы, зато содержит одновременно катехоловое ядро и аминогруппу, и предложил для этого гипотетического, пока не выделенного в чистом виде, вещества название «катехоламин». Он же сообщил, что из-за присутствия катехолового ядра – это вещество очень чувствительно к окислению, поэтому попытки его выделения должны учитывать этот факт (проводиться в атмосфере, лишённой кислорода, например, в инертном газе) [14].

Выделение и идентификация адреналина в экстрактах из мозгового слоя надпочечников

Основываясь на работе Зигмунда Френкеля и предприняв множество предосторожностей против окисления активного соединения, в 1897 году Джон Абель (*John Abel*) из Университета имени Джона Хопкинса в Балтиморе, США сумел впервые получить в более-менее чистом виде грязновато-серый аморфный порошок сульфата адреналина. Затем ему удалось получить ещё более чистый, белый, химически стабильный кристаллический порошок бензоата адреналина, который он назвал «эпинефрином». В том же 1897 году Отто фон Фюрст (*Otto von Furth*) из Страсбургского университета, независимо от Джона Абеля, сумел получить из экстракта мозгового слоя надпочечников зеленоватые кристаллы комплексного со-

единения адреналина с сульфатом железа (II). Соединение это оказалось достаточно чистым и достаточно химически стабильным для того, чтобы его можно было продавать под торговым названием *Suprarenin*® в качестве гемостатического средства для наружного применения [14].

В 1900 году, на фоне того, что Джон Абель в Балтиморе и Джордж Оливер с Эдвардом Шафером в Лондоне, независимо друг от друга, продолжали свои попытки выделить всё более и более химически чистый адреналин, японский химик Йокиши Такаминэ (*Jokichi Takamine*) из Императорского Токийского университета посетил сначала Лондон, а затем Балтимор. И там, и там он получил возможность ознакомиться с работами коллег на месте. За несколько месяцев до этого сам Йокиши Такаминэ сумел преодолеть одну из основных трудностей с получением и очисткой адреналина, применив вместо сильных кислот или щелочей (наподобие серной или соляной кислоты, или едкого натра, едкого кали) слабый раствор аммиака. Это позволило ему избежать разрушения адреналина или образования нерастворимых комплексов адреналина со щелочами [14].

Идея использования для экстракции адреналина слабого раствора аммиака вместо сильных кислот или щелочей пришла Йокиши Такаминэ в голову после изучения работы Фридриха Сертюрнера (*Friedrich Wilhelm Adam Serturner*) об успешном выделении морфина из опийного мака с помощью аммиачного раствора, имевшей место за 100 лет до него [14].

Вернувшись после посещения Лондона и Балтимора к себе в Токийский университет, Йокиши Такаминэ с удвоенной энергией занялся выделением чистого адреналина из мозгового слоя надпочечников — и весьма преуспел в этом. К началу 1901 года ему удалось выделить 4 грамма идеально белого, кристаллического, химически чистого адреналина основания. После этого он связался с американской фармацевтической компанией Parke, Davis & Company, с её помощью запатентовал изобретённый им способ выделения адреналина из мозгового слоя надпочечников и принял предложение компании переехать в США, в Нью-Джерси, с тем, чтобы в дальнейшем работать на эту компанию. В том же 1901 году эта компания стала продавать водный раствор адреналина гидрохлорида под патентованным названием *Adrenaline*® в качестве наружного гемостатического средства [14].

Но что же ещё там есть, кроме адреналина?

Однако на выделении и идентификации адреналина история изучения экстрактов из мозгового слоя надпочечников отнюдь не закончилась. В 1898 году химик Рейд Хант (*Reid Hunt*) присоединился к исследователь-

ской группе Джона Абея в Университете им. Джона Хопкинса в Балтиморе [14].

При этом Ханта интересовал, прежде всего, вопрос о том, почему экстракты из мозгового слоя надпочечников, в которых все содержащиеся в них катехоламины преднамеренно разрушались с помощью воздействия окислителей (например, перекиси водорода), или экстракты, из которых уже был выделен адреналин, но оставались какие-то другие компоненты – обладали способностью, наоборот, понижать артериальное давление (вызывать артериальную гипотензию), замедлять сердцебиение (вызывать брадикардию), и сокращать, а не расслаблять изолированную матку животных. Его также интересовал вопрос о причинах похожей активности, которую проявляли некоторые экстракты из печени и почек животных и экстракт яичного желтка [14].

Экспериментируя с очищенными от катехоламинов экстрактами из мозгового слоя надпочечников, Хант сумел показать, что за часть этой фармакологической активности ответственно то же самое вещество, которое ранее было выделено другими исследователями из яичного желтка, из экстрактов ткани печени и почек животных – вещество, как мы помним, в конечном итоге названное в 1867 году холином [14].

Вместе с тем, Ханту также было понятно, что дело здесь далеко не только в самом холине. Дело в том, что внутривенное введение кроликам чистого хлорида холина оказывало гораздо более слабый гипотензивный и брадикардический эффект, чем внутривенное введение им же очищенного от катехоламинов экстракта из мозгового слоя надпочечников. На этом основании Хант логически предположил (как мы знаем сегодня – предположил совершенно правильно), что в очищенном от катехоламинов экстракте из мозгового слоя надпочечников должно содержаться, помимо самого холина, ещё какое-то его производное, более сильное в фармакологическом отношении (то есть более высокопотентное) [14].

Открытие ацетилхолина

Выделить в чистом виде это гипотетическое высокопотентное производное холина из экстрактов мозгового слоя надпочечников Рейд Хант так и не смог. Однако в 1906 году, работая совместно с химиком-фармакологом Рене Таво (*Rene Taveau*), Хант сумел показать, что один из эфиров холина – а именно, ацетилхолин – синтезированный впервые за 40 лет до них Адольфом фон Байером – обладает в 100 000 раз более сильным гипотензивным и брадикардическим эффектом, чем холин. На этом основа-

нии Хант совершенно правильно предположил, что именно ацетилхолин, а не холин, в основном ответственен за гипотензивное и брадикардическое действие экстрактов из мозгового слоя надпочечников, очищенных от катехоламинов. Более того, Хант предположил даже (и тоже совершенно правильно), что описанные им ранее физиологические эффекты холина могут быть в большей мере обусловлены не его собственным действием на гипотетические холинорецепторы в тканях (в то время ещё не открытые), а образованием в тканях ацетилхолина из холина как прекурсора [14].

После этого Хант также сумел показать, что и некоторые другие эфиры холина (не путать с солями холина основания!) – например, бутирилхолин или пропионилхолин – также обладают сходными эффектами на животных и на их изолированных органах. Однако ни Ханту, ни британскому физиологу и фармакологу Генри Дейлу (*Henry Dale*), открывшему в 1914 году, совместно с Артуром Эвансом (*Arthur Evans*), присутствие ацетилхолина в экстрактах спорыньи, очищенных от эрголиновых алкалоидов и от триптаминов (серотонина и др.), не удалось в то время найти какое-либо серьёзное клиническое применение открытому ими синтетическому ацетилхолину, поскольку действие ацетилхолина оказалось очень кратковременным из-за быстрого его гидролиза холинэстеразами крови и тканей обратно до холина и уксусной кислоты [14].

Тем не менее, ограниченные попытки использовать ацетилхолина хлорид в качестве сосудорасширяющего и антитромботического средства, вводимого внутриартериально, для лечения тромбозов вен нижних конечностей, эндартериитов и т. п., делались начиная с 1914 года [14].

В том же 1914 году Генри Дейл, подметив определённое сходство в фармакологическом действии экзогенного холина и некоторых его эфиров (прежде всего, конечно, ацетилхолина) с теми физиологическими эффектами, которые вызывает раздражение ветвей блуждающего нерва, предложил охарактеризовать холин и ряд его эфиров, в частности ацетилхолин, как «парасимпатомиметики», или «ваготоники», по аналогии с предложенной Йокиши Такаминэ характеристикой адреналина как «симпатомиметика», то есть вещества, вызывающего эффекты, сходные с эффектами раздражения симпатических нервных волокон [14].

В 1921 году Отто Лёви (*Otto Loewi*), изучая тот эффект, который вызывает раздражение веточек блуждающего нерва на изолированное сердце лягушки, сумел показать, что при этом выделяется некое химическое вещество, способное замедлять биение второго изолированного сердца, специально лишённого, в отличие от первого, какой-либо иннервации. В

том же 1921 году Отто Лёви также показал, что это вещество идентично веществу, содержащемуся в очищенных от катехоламинов экстрактах мозгового слоя надпочечников и в очищенных от эрголиновых алкалоидов и триптаминов экстрактах спорыньи [14].

В 1926 году Отто Лёви сумел показать, что гидролиз (разрушение) вещества, выделяющегося из веточек блуждающего нерва в изолированном миокарде лягушки, блокируется алкалоидом калабарских бобов — физостигмином, веществом, парасимпатомиметические (ваготонические) свойства которого были известны очень давно. Тогда же он показал, что это вещество химически является ацетилхолином (вернее, то, что оно идентично синтетическому ацетилхолину) [14].

В 1936 году Генри Дейл и Отто Лёви вдвоём получили Нобелевскую премию по медицине и физиологии за свои независимые друг от друга открытия ацетилхолина, и за подробное описание его физиологических и фармакологических эффектов и его значения для передачи нервных сигналов (нейротрансмиссии) [14].

Открытие необходимости присутствия холина в диете человека и животных, а также гепатопротекторных свойств холина

В 1932 году канадский биохимик, врач и физиолог Чарльз Герберт Бест (*Charles Herbert Best*), к тому времени уже всемирно прославившийся своим участием, совместно с сэром Фредериком Грантом Бантингом (*Sir Frederick Grant Banting*) и Джоном Джеймсом Рикардом Маклеодом (*John James Rickard Macleod*), в открытии в 1922 году гипогликемизирующего действия гормона поджелудочной железы – инсулина, выделения его в чистом виде, а затем и в разработке метода лечения сахарного диабета с помощью подкожных инъекций инсулина – вместе с коллегами показали, что развитие жировой печени у крыс, находящихся на специальной жёстко ограниченной, лишённой фосфолипидов, диете, или у крыс, находящихся на обычной диете, но при этом подвергаемых воздействию гепатотоксических ядов (алкоголя, хлороформа или четырёххлористого углерода), а также развитие аналогичной проблемы у собак, больных искусственно вызванным (с помощью панкреатэктомии или перевязки выводного протока поджелудочной железы) диабетом 1-го типа – можно предотвратить с помощью введения в их рацион лецитина, полученного из яичного желтка [3, 20].

В том же 1932 году Чарльз Бест с коллегами показали, что этот гепатопротекторный эффект лецитина, получаемого из яичного желтка, всецело обусловлен содержанием в нём холина, а не каких-либо других веществ,

и что природный лецитин из яичного желтка может быть с успехом заменен синтетическими солями холина, без снижения гепатопротекторного эффекта [3, 20].

Тогда же Чарльз Бест с коллегами впервые описали симптомы дефицита холина в диете подопытных животных. Они показали, что длительное лишение животных поступления холина с пищей приводит не только к развитию жировой печени, но и к резкому ухудшению качества шерсти, к деформации суставов из-за ускоренной деградации суставного хряща, к развитию зуда и сухости кожи из-за снижения содержания фосфолипидов в коже, к бесплодию или резкому снижению фертильности у обоих полов, к невынашиванию беременности (выкидышам) у самок, к снижению сопротивляемости животных к инфекциям и к уменьшению так называемого «надпочечникового резерва» (способности коры надпочечников резко увеличить биосинтез кортикостероидов в ситуации острого стресса), к снижению мышечной массы и силы животных [3, 20].

Вместе с тем, несмотря на все вышеописанные негативные явления дефицита холина, Чарльзу Бесту с коллегами не удалось добиться смерти (летального исхода) подопытных животных, даже полностью лишив их поступления холина с пищей — в отличие от того, как это бывает при полном лишении поступления с пищей других витаминов или, например, незаменимых аминокислот. Это связано с тем, что организм животных способен частично синтезировать холин самостоятельно, но этот синтез недостаточен для покрытия всех потребностей организма животных [3, 20].

В 1998 году Американская Национальная Академия Наук впервые установила рекомендованные суточные нормы потребления человеком холина, основываясь на полученных данных о том, что холин относится к важным для здоровья организма человека нутриентам [10].

Чему нас учит эта история?

Как легко понять, работы Генри Дейла и Отто Лёви по идентификации ацетилхолина как исторически первого открытого нейромедиатора не смогли бы состояться, если бы изначально внимание химиков и физиологов всего мира не было приковано, после публикации работ Джорджа Оливера, Эдварда Шафера и Йокиши Такаминэ, к изучению фармакологических и физиологических эффектов экстрактов из мозгового слоя надпочечников, а затем любопытство не привело бы Рейда Ханта к изучению вопроса о том, почему очищенные от катехоламинов экстракты мозгового слоя надпочечников оказывают, в противоположность уже известному

адреналину, гипотензивное и брадикардическое действие, и почему такими же эффектами обладают некоторые экстракты из ткани печени или почек животных и экстракты из яичного желтка [14].

В свою очередь, Джордж Оливер, вероятно, изначально не заинтересовался бы изучением физиологического действия экстрактов из мозгового слоя надпочечников, не будь он знаком с работами Габриэля Колина и Альфреда Вюльпиана по изучению венозной крови, оттекающей от мозгового слоя надпочечников, а также с описанием Томасом Аддисоном тяжелейших для организма последствий туберкулёзного или сифилитического разрушения надпочечниковой ткани, и с гуморальной теорией Арнольда Бертольда [14].

Точно так же Леонид Бабо и Микаэль Хиршбрунн, возможно, не заинтересовались бы изучением химического состава семян белой горчицы и выделением из них холина, а Теодор Гобли, возможно, не заинтересовался бы изучением химического состава яичного желтка и икры карпа, яичек и спермы быка и опять-таки выделением из них холина, не будь до них Гиппократ с его мистической теорией о некоей омолаживающей силе, заключённой в эмбрионах животных и растений, а также в половых органах и в сперме животных [14].

Это ещё раз показывает, что новые научные открытия почти всегда базируются на прочном научном фундаменте, заложенном нашими великими предшественниками, вплоть до Гиппократ и Галена, несмотря на то, что эти наши предшественники могли во многом ошибаться или заблуждаться, страдать суевериями и т. п. [14].

Химическое строение и физико-химические свойства холина

Холин является четвертичным аммониевым соединением с химической формулой (2-гидроксиэтил)-триметиламмоний. В физиологических условиях холин содержится в клетках, тканях и биологических жидкостях организма в основном в ковалентно связанной форме, в составе фосфолипидов (например, в составе эфиров фосфатидилхолина), в составе липопротеидов очень низкой плотности (ЛПОНП), в составе цитозин-дифосфат-холина (ЦДФ-холина) и др. [21].

Это неудивительно по двум причинам: во-первых, фосфолипиды клеточных мембран и ЦДФ-холин, содержащие холин в ковалентно связанном виде, являются, помимо прочих своих очевидных физиологических функций, таких, как участие в построении мембран клеток и клеточных органелл и в запасании нуклеозида цитозина, также своеобразным «вну-

триклеточным депо холина», то есть резервуаром холина «про запас», из которого холин при необходимости (например, при дефиците его поступления с пищей, что в природе встречается нередко, например, при вынужденном временном голодании животного на фоне засухи, неудачной охоты и т. п.) может быть высвобожден с помощью гидролиза [21].

Во-вторых же, свободный холин обладает сильной щелочной реакцией, и он не очень стабилен химически (довольно быстро разлагается в водных растворах, причём с образованием таких токсичных для живых клеток и тканей веществ, как этиленгликоль, различные полиэтиленгликоли, триметиламин). Кроме того, свободный холин также обладает достаточно высокой биологической активностью. Поэтому в избытке он может оказать токсическое воздействие на клетки, органы и ткани. В частности, свободный холин способен непосредственно воздействовать на холинорецепторы клеток, хотя он и делает это в 100 000 раз менее активно, чем один из его эфиров – ацетилхолин [21].

Поэтому быстрое ковалентное связывание поступившего в организм свободного холина, быстрое включение его в состав фосфолипидов мембран клеток и в состав ЦДФ-холина и обеспечение за счёт этого постоянного довольно низкого уровня в тканях и биологических жидкостях именно *свободного* (не связанного ковалентно) холина служит, помимо «запасания холина в фосфолипидных депо мембран клеток», также очевидным и весьма физиологически важным методом «обезвреживания» избытка свободного холина, методом предотвращения вредного токсического действия избытка холина и предотвращения его разложения в водном растворе [21].

Та небольшая часть холина, которая в физиологических условиях содержится в клетках, тканях и в биологических жидкостях организма в свободном виде, при физиологических значениях pH находится в частично ионизированной форме, в виде солей с различными кислотами, где холин основание выступает в качестве катиона, а остаток той или иной кислоты – в качестве аниона [21].

Интересно отметить, что наиболее частой контр-парой для свободного холина в физиологических условиях является сульфат-анион ($[\text{SO}_3]^{2-}$), всего лишь пятый по распространённости в организме, а не более распространённые в тканях и биологических жидкостях (перечисление в порядке убывания распространённости) анионы хлора (Cl^-), гидрокарбоната ($[\text{HCO}_3]^-$), обеих ионных форм растворимых фосфатов (гидрофосфата $[\text{HPO}_4]^{2-}$ и дигидрофосфата $[\text{H}_2\text{PO}_4]^-$). Это связано с особенностями меха-

низма трансмембранного транспорта свободного ионизированного холина, который в значительной степени сопряжён с одновременным транспортом через мембрану клетки (ко-транспортом) именно сульфат-аниона ($[\text{SO}_3]^{2-}$), в форме холина-О-сульфата [21].

Таким образом, большая часть холина в клетках, тканях и биологических жидкостях представлена ковалентно связанными, не-ионизированными формами холина (где холин находится в составе эфиров фосфатидилхолина, в составе ЛПОНП и др.), и лишь малая часть – в свободном виде, в форме частично ионизированных солей холина (в основном – в форме холина-О-сульфата) [21].

С химической точки зрения холин является довольно сильным основанием ($\text{pK}_b = 5,06$). Он способен легко вытеснять аммиак из его солей, понижать растворимость аммиака в воде, и сам легко образует соли с сильными и слабыми кислотами [21].

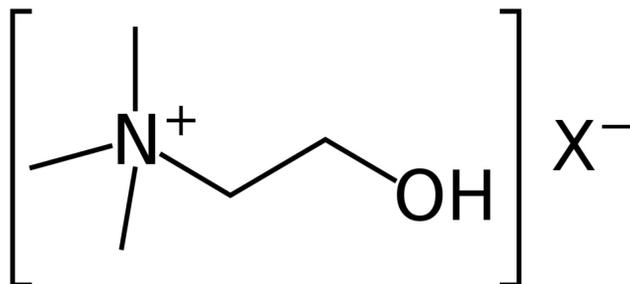


Рис. 1. Химическая формула свободного холина, где X^- – контр-анион, в физиологических условиях это чаще всего – сульфат-анион (SO_3^{2-})

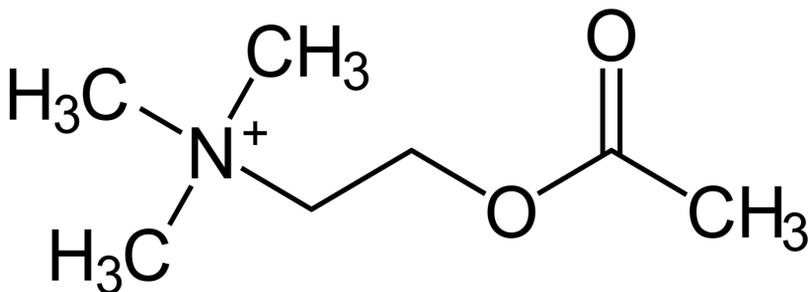


Рис. 2. Химическая формула ацетилхолина, одного из важнейших производных холина в организме человека и животных. Справа остаток уксусной кислоты, соединённый с холином эфирной связью.

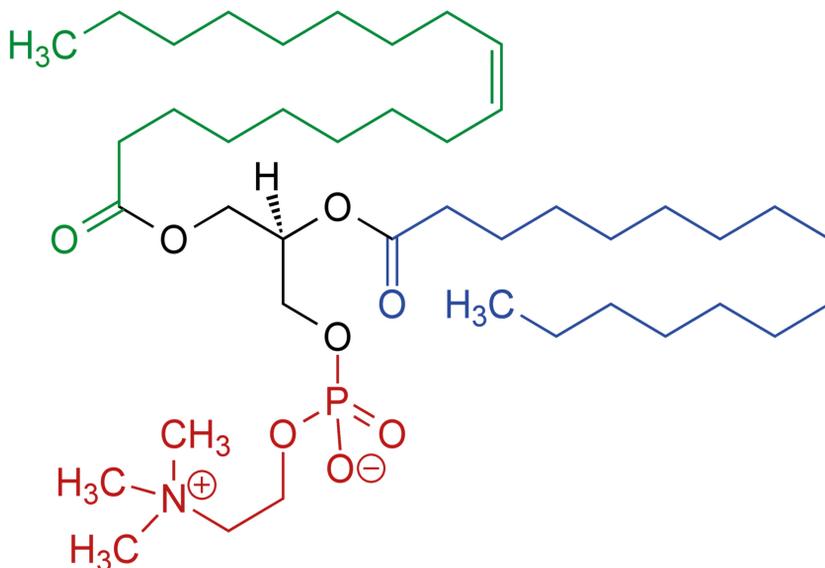


Рис. 3. 1-Олеоил-2-пальмитоил-фосфатидилхолин, один из наиболее распространённых вариантов эфиров фосфатидилхолина в мембранах нейронов. Зелёным выделен пальмитат, синим – олеат, красным – фосфатидилхолин. В центре – диэфирная связь.

Физиологические функции холина и причины его необходимости для организма человека и животных

Холин и его производные выполняют в организме человека и животных множество физиологических функций. В частности, холин необходим для биосинтеза фосфолипидов, таких, как фосфатидилхолина, фосфатидилэтаноламина, различные сфингомиелины. В клетках различных тканей и органов человека в среднем 40–50% от общего содержания фосфолипидов в их мембранах составляют именно эфиры фосфатидилхолина с различными жирными кислотами. В нашем мозгу этот процент ещё выше и достигает 60% [21].

Холин-содержащие фосфолипиды образуют вместе с эфирами холестерина так называемые «липидные рафты», которые создают на поверхности клеток и клеточных органелл подходящие условия (активные центры или домены) для размещения клеточных рецепторов или ферментов, играющих роль в каскадах внутриклеточной передачи сигнала [21].

Холин также необходим для биосинтеза ЛПОНП. У человека от 70% до 95% от общего содержания фосфолипидов в составе ЛПОНП приходится именно на эфиры фосфатидилхолина [21].

Кроме того, холин необходим для биосинтеза лёгочного сурфактанта, играющего критически важную роль в обеспечении эластичности лёгких и их резистентности к оксидативному стрессу, неизбежно возникающему в процессе выполнения их главной кислород-транспортной функции. От 70% до 90% лёгочного сурфактанта составляют именно холин-содержащие фосфолипиды [21].

В составе фосфолипидов, а также в свободной ионизированной форме (в виде холина-О-сульфата), холин обильно секретируется печёночными клетками в желчь. Как мы помним, именно оттуда холин и был впервые выделен, потому и название «холин», от греческого «холе» – желчь. Наряду с желчными кислотами, свободный холина-О-сульфат и содержащие холин фосфолипиды играют важную роль в поддержании нормальной вязкости и текучести желчи, в предотвращении образования в ней холестериновых или желчно-кислотных камней, в процессах эмульгации и омыления жиров для их последующего расщепления липазой и всасывания [21].

Как мы уже упоминали, описывая историю открытия физиологической роли холина и ацетилхолина, холин также необходим для биосинтеза ацетилхолина – одного из важнейших, наряду с моноаминами (норадреналином, дофамином и серотонином), передатчиков нервных сигналов (нейромедиаторов) в центральной и периферической нервных системах, единственного передатчика сигналов в нервно-мышечной пластинке, и одного из важнейших, наряду с катехоламинами (адреналином, норадреналином и дофамином), гормонов мозгового слоя надпочечников [14].

Кроме того, холин также необходим для транسمетилирования глицина и образования из него триметилглицина (бетаина). Бетаин является важным регулятором внутриклеточного осмотического давления (осморегулятором) и важным донором свободных метильных радикалов. В этом качестве холин и образующийся при его участии бетаин необходимы для нормальной работы так называемого «одноуглеродного цикла», для превращения вредного и токсичного гомоцистеина в метионин и затем в S-аденозил-метионин (SAMe), в свою очередь являющийся универсальным донором метильных радикалов во многих других биохимических реакциях [21].

В свою очередь, нормальная работа «одноуглеродного цикла» и достаточное присутствие S-аденозил-метионина нужны для нормальной работы фолатного цикла и для образования биологически активной восстановленной и

метилированной формы фолата (витамина B_9) – метилентетрагидрофолата (МТФ), а также для образования биологически активной метилированной, коферментной формы витамина B_{12} – метилкобаламина [21].

Между тем, витамин B_9 (фолаты) и витамин B_{12} в его коферментной форме (метилкобаламин или кобамамид), в свою очередь, критически необходимы и для обеспечения нормального процесса репарации ДНК, и для обеспечения нормального деления клеток (на этом основано антимиотическое, цитостатическое действие антиметаболита фолатов – метотрексата), и для обеспечения биосинтеза моноаминов, и для протекания ряда других ферментативных реакций, включая митохондриальное дыхание, окислительно-восстановительные реакции [21].

Холин также необходим для нормального усвоения клетками экзогенного сульфат-аниона. И наоборот, для нормального всасывания холина в кишечнике и нормального его усвоения клетками необходимо присутствие либо готовых экзогенных сульфат-анионов, либо серосодержащих аминокислот (метионина, цистеина, таурина или S-аденозил-метионина), из которых в организме, в процессе их катаболизма, может быть синтезирован эндогенный сульфат-анион. Дело в том, что одним из важных механизмов транспорта сульфат-аниона внутрь клеток в физиологических условиях является его совместный транспорт (ко-транспорт) с катионом холина при помощи высокоаффинного котранспортера холина и сульфата (в виде холина-О-сульфата) – белка SLC5A7 [21].

В свою очередь, сульфат-анион необходим для сульфатирования в печени ряда стероидных гормонов, у которых биологическая активность сульфатированной формы отличается от таковой у не-сульфатированной их формы (например, дегидроэпиандростерона или прегненолона), для обеспечения транспорта холестерина сульфата (прекурсора стероидных гормонов) внутрь клеток стероид-синтезирующих тканей надпочечников и половых желёз, а также для сульфатирования в печени желчных кислот (что повышает их растворимость в воде и уменьшает риск образования желчно-кислотных камней), для обезвреживания путём сульфатирования ряда других стероидных гормонов, у которых сульфатирование приводит к полной их инактивации (например, эстрогенов), для обезвреживания многих ксенобиотиков и др., для биосинтеза сульфатированных протеогликанов внеклеточного матрикса (например, хондроитина сульфата и глюкозамина сульфата в хрящевой ткани, гепарана сульфата в нервной ткани, протамина сульфата и гепарина сульфата в лёгочной ткани, дерматана сульфата в коже и т. д.), для внутриклеточной посттрансляционной модификации (сульфатирования) некоторых белков и т. п. [21].

Способность свободного (ионизированного) холина вытеснять аммиак из его солей и понижать его растворимость в плазме крови также играет важную роль в механизмах обезвреживания аммиака. Это повышает способность печени экстрагировать аммиак из плазмы крови и преобразовывать его в менее токсичную мочевины, которая затем выводится с мочой [21].

Из всего вышеперечисленного становится понятным, сколь велико биологическое значение холина в организме человека и животных [21].

Биосинтез холина в нашем организме

У людей, как и у большинства других видов животных, биосинтез холина *de novo* происходит в основном за счёт использования так называемого ФЭМТ-пути, где ФЭМТ – это фермент фосфатидилэтанолламин-N-метилтрансфераза. Синтезируемого этим способом холина, однако, недостаточно для удовлетворения всех потребностей организма человека и животных. Это и вызывает необходимость в экзогенном поступлении холина с пищей [20, 21].

Путь биосинтеза холина *de novo* с использованием ФЭМТ активен в основном в клетках печени. В печёночных клетках 3-фосфоглицерат (3-ФГ) сначала получает две ацильные группы от ацил-коэнзима А, образуя так называемую «фосфатидную кислоту». Эта промежуточная фосфатидная кислота затем реагирует с цитозин-трифосфатом (ЦТФ), с образованием комплексного соединения цитозиндифосфат-диацилглицерол (ЦДФ-ДАГ). Затем ЦДФ-ДАГ реагирует с аминокислотой серином, в процессе образуется фосфатидилсерин [20, 21].

Образовавшийся фосфатидилсерин затем декарбокксилируется по серину с образованием этаноламина и фосфатидилэтанолламина (ФЭ). На самом последнем этапе биосинтеза вступает в действие тот самый фермент ФЭМТ. Он перемещает три метильные группы с трёх молекул-доноров метильных групп, в роли которых выступают три молекулы S-аденозил-метионина (SAMe), на этаноламинную группу в составе ФЭ. В результате образуется фосфатидилхолин (ФХ) и, как побочный продукт реакции – 3 молекулы S-аденозил-гомоцистеина [20, 21].

S-аденозил-гомоцистеин затем, как обычно, восстанавливается в одноуглеродном цикле обратно до SAMe, а ФХ может быть использован клеткой либо непосредственно, как готовый фосфолипид, либо гидролизован, при необходимости, до свободного холина [20, 21].

В отличие от нас самих, наши кишечные бактерии способны на 100% обеспечивать свои потребности в холине самостоятельно, и даже способны производить его больше, чем надо им самим. Избыток холина секретруется ими в просвет кишки и всасывается организмом хозяина. Биосинтез *de novo*

холина бактериями отчасти похож на аналогичный процесс у растений, и выглядит намного проще, чем биосинтез холина *de novo* в нашей печени [20, 21].

Бактериальный биосинтез холина *de novo* начинается с прямого декарбоксилирования аминокислоты серина бактериальным ферментом серин-декарбоксилазой, с образованием свободного этаноламина. Затем, без необходимости в дополнительных шагах (в образовании фосфатидилэтанолamina и т. д.), образовавшийся этаноламин, прямо в его свободном, не фосфорилированном виде, трижды метилируется бактериальным ферментом этаноламин-N-метилтрансферазой, с образованием свободного холина. В дальнейшем бактерия может использовать синтезированный ею холин для включения в фосфолипиды и др. Как и у человека, донором метильных групп здесь выступает S-аденозил-L-метионин, превращающийся в результате в S-аденозил-L-гомоцистеин [20, 21].

Дисбактериоз кишечника с преобладанием в нём гнилостных процессов способен нарушить *de novo* биосинтез кишечными бактериями холина, и одновременно способен усилить деградацию пищевого холина до триметиламина (ТМА) и затем до триметиламина N-оксида (ТМАО) [11, 20, 21].

Между тем, повышенному образованию таких атерогенных и провоспалительных веществ, как ТМА и ТМАО, в кишечнике на фоне его дисбактериоза сегодня придают важное значение в механизмах патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний (атеросклероза сосудов, гипертонической болезни, инфарктов миокарда, инсультов), аутоиммунных и других системных воспалительных заболеваний, депрессивных расстройств, нейродегенеративных заболеваний (деменций), и даже некоторых онкологических заболеваний (поскольку ТМАО является доказанным канцерогеном и мутагеном, с механизмом действия, подобным алкилирующим цитостатическим агентам) [11, 20, 21].

С другой же стороны, показано, что достаточное поступление с пищей биодоступного холина имеет важное значение для поддержания нормального количественного и качественного состава микрофлоры кишечника [1].

Клинические признаки дефицита холина

Дефицит холина в пище у человека встречается достаточно редко, поскольку холин (в основном в форме фосфолипидов, ЦДФ-холина и немного в свободной форме, в основном в виде холина-O-сульфата) достаточно широко распространён в различных пищевых продуктах. Кроме того, небольшую часть необходимого человеку холина наш организм способен синтезировать *de novo* самостоятельно через ФЭМТ-путь, или «позаймствовать» у холин-синтезирующих кишечных бактерий [18, 21].

Тем не менее, дефицит холина всё же встречается в клинической практике. Он проявляется, прежде всего, повышенной сухостью кожи и склонностью к

развитию кожного зуда (из-за снижения содержания в коже фосфолипидов), ускорением её старения (образования морщин), ухудшением состояния придатков кожи (волос, ногтей), ухудшением памяти и когнитивных функций, снижением мышечной массы и силы, ускорением возрастной деградации суставного хряща или усилением воспалительных явлений в нём (при артритах и др.) из-за нарушения сульфат-зависимого биосинтеза протеогликанов суставного хряща, ухудшением качества спермы у мужчин, снижением половой функции вплоть до развития бесплодия или импотенции, невынашиванием беременности (выкидышами), снижением иммунитета, ухудшением переносимости стрессов из-за снижения «надпочечникового резерва» (способности коры надпочечников быстро увеличить биосинтез кортикостероидов) [18, 21].

При более длительном и тяжёлом дефиците холина у человека возможно развитие неалкогольной жировой печени (жирового гепатоза или стеатогепатита), с возможным последующим переходом в цирроз печени [5, 18, 21].

У новорождённых или очень маленьких детей, а также у детёнышей животных, выраженный дефицит холина приводит также к нарушению образования лёгочного сурфактанта и к развитию острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС). У более старших детей, у подростков и у взрослых влияние дефицита холина в пище на биосинтез лёгочного сурфактанта менее заметно, но может стать существенным фактором в снижении сопротивляемости лёгочным инфекциям [18, 21].

У некоторых видов животных (но не у человека) длительный и тяжёлый дефицит холина также приводит к развитию кровотечений из почек (макрогематурии), из-за нарушения осморегуляции в почках, связанного с нарушением биосинтеза триметилглицина (бетаина) [18, 21].

Активность кишечного транспортера холина, а также активность фермента фосфатидилэтаноламин-N-метилтрансферазы, преобразующего фосфатидилэтаноламин в фосфатидилхолин, регулируется, среди прочего, половыми гормонами. При этом эстрогены оказывают более сильный эффект, чем андрогены. Поэтому с возрастом и снижением секреции половых гормонов, особенно у женщин в менопаузе и постменопаузе (в климактерическом и постклимактерическом периоде), всасывание холина в кишечнике снижается, а потребность организма в нём, наоборот, возрастает, ввиду нарастающих проблем с включением холина в состав фосфолипидов [18, 21].

Транспорт холина в организме человека

Свободный холин в плазме крови представлен в основном холина-О-сульфатом. Уровень свободного холина в плазме крови натощак в норме колеблется от 7 до 20 мкмоль/л у здоровых взрослых людей, в среднем около 10

мкмоль/л, в пересчёте на холина основание. Уровень свободного холина в плазме крови находится под достаточно жёстким гомеостатическим контролем, в том числе гормональным. Однако потребление холина с пищей, его дефицит или избыток, а также некоторые заболевания, могут изменять его уровень в плазме. После употребления внутрь холин-содержащих продуктов уровень свободного холина в плазме крови остаётся повышенным в течение примерно 3 часов, но не более (вследствие быстрого включения холина в состав фосфолипидов и других биомолекул, как в рамках его депонирования «про запас», так и в рамках предотвращения возможного токсического действия его избытка в плазме крови) [7, 19].

Холин-содержащие фосфолипиды и другие холин-содержащие биомолекулы, например, глицерофосфохолины, транспортируются в крови в составе липопротеидов. Уровень фосфатидилхолина в плазме крови натошак значительно выше, чем уровень свободного холина, и составляет в норме от 1,5 до 2,5 ммоль/л (не мкмоль/л, как в случае свободного холина!) [7, 19].

Интересно отметить, что употребление в пищу фосфатидилхолина (например, в составе пищевых продуктов) приводит к менее выраженному, но гораздо более продолжительному повышению уровня свободного холина в плазме крови (не на 3 часа, а на 8–12 часов), но практически не изменяет уровень в плазме фосфатидилхолина. Это связано с тем, что фосфатидилхолин всасывается из ЖКТ в кровь в основном не в неизменённом виде, а после гидролиза до свободного холина [7, 19].

Поскольку свободный холин является водорастворимой, высоко полярной и к тому же заряженной молекулой (ионом), то для своего проникновения внутрь клеток и клеточных органелл (для прохождения сквозь их двухслойную фосфолипидную мембрану) он нуждается в специализированных белковых молекулах-переносчиках (трансмембранных ионных транспортёрах холина) [9, 19].

Известны три основных типа транспортёров холина [7, 9, 19]:

- 1) белок SLC5A7;
- 2) белки семейства CTL (Choline Transporters, специализированные транспортёры холина) – белки CTL1 (SLC44A1), CTL2 (SLC44A2) и CTL4 (SLC44A4);
- 3) белки семейства OCT (Organic Cation Transporters, неспецифические транспортёры органических катионов) – белки OCT1 (SLC22A1) и OCT2 (SLC22A2).

Наиболее важное физиологическое значение имеет белок SLC5A7, который представляет собой очень высокоаффинный, специализированный

натрий- и АТФ-зависимый (то есть энергозависимый и зависимый от осмотического градиента) ко-транспортёр ионов холина и сульфата. Он обильно экспрессируется в нервных клетках и клетках нейроглии, критически необходим для преодоления холином гемато-энцефалического барьера (ГЭБ), а также является одним из важных, но не единственным, механизмом транспорта сульфат-ионов в ЦНС. Его активность косвенно связана с биосинтезом ацетилхолина в ЦНС [7, 9, 19].

Генетические дефекты белка SLC5A7 у человека приводят к врождённой слабости мышц (включая дыхательные мышцы) из-за нарушения образования ацетилхолина, и часто приводят к ранней детской смертности [9, 19].

Нокаутные мыши, полностью лишённые функционального гена белка SLC5A7, погибают вскоре после рождения или в раннем детстве из-за паралича дыхательных мышц, цианоза и тканевой гипоксии [2, 9, 19].

Белки CTL1 обладают меньшим, по сравнению с белком SLC5A7, сродством к холину. Они транспортируют холина сульфат почти во все ткани организма, включая кишечник, печень, почки, плаценту. Они также необходимы для внутриклеточного транспорта холина в митохондриях. Белки CTL1 поставляют холин в основном для производства фосфатидилхолина и триметилглицина. Белки CTL2 наиболее распространены в митохондриях, особенно в митохондриях клеток скелетных мышц, почек, сердечной мышцы, и сопряжены с митохондриальным окислением холина до триметилглицина [2, 9, 19].

В отличие от белка SLC5A7, белки CTL1 и CTL2 не связаны с биосинтезом ацетилхолина, но критически необходимы для регуляции транспорта холина через ГЭБ и для регуляции биосинтеза фосфолипидов в ЦНС. Белок CTL2 встречается только на «мозговой» стороне ГЭБ, и участвует в обратном транспорте (реэкспорте) избытка холина из ЦНС обратно в плазму крови. Напротив, белок CTL1 встречается только на «кровяной» стороне ГЭБ и необходим для первичного транспорта (импорта) холина из крови в ЦНС с целью его включения в состав фосфолипидов клеточных мембран. Он также обильно экспрессируется на поверхности мембран нейронов и астроцитов (клеток астроглии) [2, 9, 19].

Белки OCT1 и OCT2 не играют в физиологических условиях большой роли в транспорте холина. Они транспортируют холин с низкой аффинностью (не специфично), наряду со многими другими органическими катионами. Они не являются критически необходимыми ни для биосинтеза ацетилхолина (как белок SLC5A7), ни для биосинтеза фосфолипидов и триметилглицина (как белки CTL1 и CTL2). Белок OCT1 транспортирует холин в основном в печени и почках, в то время как белок OCT2 – в основном в почках и в ЦНС [2, 9, 19].

Таблица № 1.

**Рекомендованные минимальные суточные нормы потребления холина,
в пересчете на холина основание (по данным US FDA и EFSA)**

Возраст	Рекомендации EFSA, мг/сут	Рекомендации US NAM, мг/сут	Верхний предел безопасного потребления согласно US NAM, мг/сут
0–6 мес	125	125	Не устанавливался
7–12 мес	160	150	Не устанавливался
1–3 года	140	200	1000
4–6 лет	170	250	1000
7–8 лет	250	250	1000
9–10 лет	250	375	1000
11–13 лет	340	375	2000
14 лет	340 (М и Ж)	550 (М), 400 (Ж)	3000 (М и Ж)
15–18 лет	400 (М и Ж)	550 (М), 400 (Ж)	3000 (М и Ж)
19 лет и старше	400 (М и Ж)	550 (М), 425 (Ж)	3500 (М и Ж)
Беременные	480	450	3500 (3000 для беременных младше 18 лет)
Кормящие грудью	520	550	3500 (3000 для кормящих младше 18 лет)
Лица старше 70 лет	550	800	3500

Заключение

Как видно из приведённых нами данных литературы, холин выполняет в организме человека и высших животных множество жизненно важных биологических функций. Он критически необходим для биосинтеза фосфолипидов мембран клеток и клеточных органелл (в частности, фосфатидилхолинов и сфингомиелинов), для образования одного из важнейших нейромедиаторов и одновременно гормонов мозгового слоя надпочечников – ацетилхолина, для синтеза лёгочного сурфактанта и желчи, для снижения вероятности камнеобразования в желчи, для обеспечения транспорта сульфат-аниона внутрь клеток, для биосинтеза липопротеидов очень низкой плотности (ЛПОНП) и уменьшения атерогенности плазмы крови, а также для образования таких важных осморегуляторов и осмопротекторов, как бетаин, холина-О-сульфат.

В свою очередь, бетаин играет важную роль в биосинтезе S-аденозил-метионина (SAME) – универсального донора метильных радикалов.

Способность холина вытеснять аммиак из его солей и снижать его растворимость в воде играет важную роль в обезвреживании аммиака печенью (преобразовании аммиака в менее токсичную мочевины), так как при этом повышается захват неионизированного (вытесненного из солей) аммиака клетками печени.

Список литературы / References

1. Arias N., Arbolea S., Allison J. et al. The Relationship between Choline Bioavailability from Diet, Intestinal Microbiota Composition, and Its Modulation of Human Diseases. *Nutrients*, 2020, vol. 12, no. 8, p. 2340. <https://doi.org/10.3390/nu12082340>
2. Barwick K.E., Wright J., Al-Turki S. et al. Defective Presynaptic Choline Transport Underlies Hereditary Motor Neuropathy. *Am J Hum Genet.*, 2012, vol. 91, no. 6, pp. 1103-1107. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2012.09.019>
3. Best C.H., Hershey J.M., Huntsman M.E. The effect of lecithine on fat deposition in the liver of the normal rat. *The Journal of Physiology*, 1932, vol. 75, no. 1, pp. 56-66. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1932.sp002875>
4. Claus A., Keesé O. Über neurin und sinkalin. *J Prakt Chem.*, 1867, vol. 102, no. 1, pp. 24-27. <https://doi.org/10.1002/prac.18671020104>
5. Corbin K.D., Zeisel S.H. Choline metabolism provides novel insights into non-alcoholic fatty liver disease and its progression. *Curr Opin Gastroenterol.*, 2012, vol. 28, no. 2, pp. 159-165. <https://doi.org/10.1097/MOG.0b013e32834e7b4b>
6. Dybkowsky W. Über die identität des cholins und des neurins. *J Prakt Chem.*, 1867, vol. 100, no. 1, pp. 153-164. <https://doi.org/10.1002/prac.18671000126>
7. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Dietary Reference Values for choline. *EFSA Journal*, 2016. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4484>
8. Gobley T. Sur la lécithine et la cérébrine. *J Pharm Chim.*, 1874, vol. 19, no 4, pp. 346-354.
9. Inazu M. Functional Expression of Choline Transporters in the Blood-Brain Barrier. *Nutrients*, 2019, vol. 11, no. 10, p. 2265. <https://doi.org/10.3390/nu11102265>
10. Institute of Medicine (IOM US) Standing Committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes and its panel on folate, other B vitamins, and choline. National Academies Press (US)., 1998, pp. xi, 402-413.
11. Janeiro M.H., Ramírez M.J., Milagro F.I. et al. Implication of Trimethylamine N-Oxide (TMAO) in Disease: Potential Biomarker or New Therapeu-

- tic Target. *Nutrients*, 2018, vol. 10, no. 10, p. 1398. <https://doi.org/10.3390/nu10101398>
12. Liebreich O. Über die chemische beschaffenheit der gehirnschubstanz. *Justus Liebigs Ann Chem.*, 1865, vol. 134, no. 1, pp. 29-44. <https://doi.org/10.1002/jlac.18651340107>
 13. Sebrell W.H., Harris R.S., Alam S.Q. The vitamins. 3rd volume, 2nd Ed. Academic Press, 1971. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-633763-1.50007-5>
 14. Sneader W. Drug discovery: a history. John Wiley & Sons, 2005.
 15. Sourkes T.L. The discovery of lecithin, the first phospholipid. *Bull Hist Chem.*, 2004, vol. 29, no. 1, pp. 9-15. http://acshist.scs.illinois.edu/bulletin_open_access/v29-1/v29-1%20p9-15.pdf
 16. Strecker A. Beobachtungen über die galle verschiedener thiere. *Justus Liebigs Ann Chem.*, 1849, vol. 70, no. 2, pp. 149-197. <https://doi.org/10.1002/jlac.18490700203>
 17. Strecker A. Über einige neue bestandtheile der schweinegalle. *Justus Liebigs Ann Chem.*, 1862, vol. 123, no. 3, pp. 353-360. <https://doi.org/10.1002/jlac.18621230310>
 18. Ueland P.M. Choline and betaine in health and disease. *J Inherit Metab Dis.*, 2011, vol. 34, no. 1, pp. 3-15. <https://doi.org/10.1007/s10545-010-9088-4>
 19. Wiedeman A.M., Barr S.I., Green T.J. et al. Dietary Choline Intake: Current State of Knowledge Across the Life Cycle. *Nutrients*, 2018, vol. 10, no. 10, p. 1513. <https://doi.org/10.3390/nu10101513>
 20. Zeisel S.H. A brief history of choline. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2012, vol. 61, no. 3, pp. 254-258. <https://doi.org/10.1159/000343120>
 21. Zempleni J., Suttie J.W., Gregory J.F. 3rd, Stover P.J. (eds.). Handbook of vitamins. CRC Press, 2013.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Беккер Роман Александрович, программист, инженер-математик, магистр в области компьютерных наук, исследователь лаборатории автономных роботов, факультет электроники и компьютерных наук *Университет им. Давида Бен-Гуриона в Негеве Бен-Гурион г. Беэр-Шева, 8410501, Израиль*
rbekker1@gmail.com

Быков Юрий Витальевич, врач анестезиолог-реаниматолог, врач психиатр-нарколог, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи, педиатрический факультет

*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет Минздрава России»
ул. Мира, 310, г. Ставрополь, 355017, Российская Федерация
yubykov@gmail.com*

Быкова Анастасия Юрьевна, студент

*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет Минздрава России»
ул. Мира, 310, г. Ставрополь, 355017, Российская Федерация
anastasiyabykova2@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Roman A. Bekker, Programmer, Computer Engineer, Magister of Computer Science, Research Officer at the Laboratory of Autonomous Security Systems (Robotics), Faculty of Electrical and Computer Engineering

*Ben-Gurion University of the Negev
bulv. Ben-Gurion, Beer-Sheva, 8410501, Israel
rbekker1@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0773-3405*

Yuriy V. Bykov, Anesthesiologist, Psychiatrist, Addiction Medicine Specialist, Candidate of Medical Sciences, Teaching Assistant at the Department of Anesthesiology, Reanimatology and Emergency Care, Department of Pediatrics

*Stavropol State Medical University
310, Mira Str., Stavropol, 355017, Russian Federation
yubykov@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4705-3823*

Anastasia Yu. Bykova, Student

*Stavropol State Medical University
310, Mira Str., Stavropol, 355017, Russian Federation
anastasiyabykova2@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9011-1887*

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 21.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 21.10.2021

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

INTERDISCIPLINARY RESEARCH

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-104-119

УДК 54.057, 547.773, 54.061

ЗАМЕЩЕННЫЕ 4-НИТРОЗОПИРАЗОЛЫ В РЕАКЦИИ ДИЛЬСА-АЛЬДЕРА

*Д.С. Волкова, А.А. Попов, Е.В. Роот,
А.А. Кукушкин, Г.А. Субоч*

Обоснование. 4-Нитрозопиразолы получили большое распространение в фармацевтической промышленности и в химии за счет их высокой реакционной способности и биологической активности. Однако, до настоящего времени не изучалось взаимодействие 3,5-замещенных 4-нитрозо-1H-пиразолов с диеновыми углеводородами.

Цель. Изучение диеновой конденсации тетрафенилциклопентадиенона с 3,5-диметил-4-нитрозо-1H-пиразолом и 3(5)-метил-4-нитрозо-5(3)-фенил-1H-пиразолом; доказательство строения полученных соединений; прогнозирование потенциальной положительной биологической активности.

Материалы и методы. Методы исследований включают: направленный органический синтез, тонкослойная хроматография, ВЭЖХ/МС, прогнозирование биологической активности с помощью веб-ресурса PASS-онлайн.

Результаты. Синтезированы замещенные оксазины, пиразолы и бут-2-ен-1-оны. Фрагментационные распады, основанные на хромато-масс-спектрах полученных соединений, подтверждают их молекулярную массу и структуру. В программе PASS-онлайн спрогнозирована потенциальная биологическая активность.

Заключение. По реакции Дильса-Альдера впервые получены замещенные оксазины, пиразолы и бут-2-ен-1-оны, структура которых доказана мето-

дом ВЭЖХ/МС. Основываясь на выходных данных программы PASS-онлайн, синтезированные вещества являются ингибиторами тауриндегидрогеназы и проявляют противоопухолевое действие.

Ключевые слова: нитрозопиразолы; тетрациклон; реакция Дильса-Альдера; диеновая конденсация; PASS-онлайн; ВЭЖХ/МС; масс-спектрометрия

Для цитирования. Волкова Д.С., Попов А.А., Рот Е.В., Кукушкин А.А., Субоч Г.А. Замещенные 4-нитрозопиразолы в реакции Дильса-Альдера // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 104-119. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-104-119

SUBSTITUTED 4-NITROSOPIRAZOLES IN THE DIELS-ALDER REACTION

*D.S. Volkova, A.A. Popov, E.V. Root,
A.A. Kukushkin, G.A. Suboch*

Background. 4-Nitrosopyrazoles have become widespread in the pharmaceutical industry and in chemistry due to their high reactivity and biological activity. However, the interaction of 3,5-substituted 4-nitroso-1H-pyrazoles with diene hydrocarbons has not been studied to date.

Purpose. Study of diene condensation of tetraphenylcyclopentadienone with 3,5-dimethyl-4-nitroso-1H-pyrazole and 3(5)-methyl-4-nitroso-5(3)-phenyl-1H-pyrazole; proof of the structure of the obtained compounds; prediction of potential positive biological activity.

Materials and methods. Research methods include: directed organic synthesis, thin-layer chromatography, chromatography-mass spectra, prediction of biological activity using the PASS-online web-resource.

Results. Substituted oxazines, pyrazoles and but-2-en-1-ones were synthesized. Fragmentation decays based on the mass spectrum of the obtained compounds confirm their molecular weight and structure. The PASS-online program predicts potential biological activity.

Conclusion. Substituted oxazines, pyrazoles and but-2-en-1-ones were obtained for the first time by the Diels-Alder reaction, the structure of which was proved by HPLC/MS. Based on the output data of the PASS-online program, the synthesized substances are taurine dehydrogenase inhibitors and exhibit antitumor effect.

Keywords: nitrosopyrazoles; tetracyclone; Diels-Alder reaction; diene condensation; PASS-online; HPLC/MS; mass-spectrometry

For citation. Volkova D.S., Popov A.A., Root E.V., Kukushkin A.A., Suboch G.A. Substituted 4-nitrosopyrazoles in the Diels-Alder reaction. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 104-119. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-104-119

Введение

Реакция Дильса–Альдера рассматривается как весьма полезная стратегия в органическом и макромолекулярном синтезе. Обратимость этой реакции и появление технологии самовосстановления, а также других применений в контролируемых макромолекулярных архитектурах и сшивании, значительно активизировали исследовательскую деятельность, которая по-прежнему вызывает огромный интерес как в фундаментальных, так и в промышленных исследованиях [1, 7, 13].

В настоящее время возрос спрос на новые высокоэффективные и малотоксичные лекарственные препараты широкого спектра действия. В фармацевтической промышленности широко применяются пиразолы, за счет их высокой реакционной способности и доступности методов синтеза. Медикаменты на их основе, такие как Римонабант, Целекоксиб, Пентиопирад, получили большое распространение. Синтез, изучение химических свойств и биологической активности новых производных пиразола относится к перспективным и интенсивно развивающимся областям химии гетероциклических соединений.

Литературные данные показывают, что участие 4-нитропиразолов в реакции Дильса–Альдера ранее не изучалось. Поэтому целью нашей работы является исследование синтеза тетрациклона с 3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразолом и 3(5)-метил-4-нитрозо-5(3)-фенил-1Н-пиразолом, выделение и доказательство строения полученных соединений, прогнозирование их потенциальной биологической активности.

Материалы и методы исследования

Чистоту и индивидуальность синтезированных соединений доказывали методом тонкослойной хроматографии с применением силикагелевых пластинок (Sorbfil ПТСХ-П-В-УФ, толщина слоя 80-100 мкм, зернение 8-12 мкм) в системе гексан-этанол (4:1), проявление в УФ свете [2-4].

Хромато-масс-спектры, полученные методом ВЭЖХ/МС, регистрировались на приборе Shimadzu LC/MS-2020 в метиловом спирте [15].

Прогноз потенциальной биологической активности проводился с помощью веб-ресурса PASS-онлайн, основанного на базе данных веществ с исследованной биологической активностью [16].

Температуры плавления определяли на приборе ПТП (ТУ 25-11-1144-76).

Результаты исследования и их обсуждение

При изучении взаимодействия тетрациклона с 3,5-диметил-4-нитрозо-1Н-пиразолом и 3(5)-метил-4-нитрозо-5(3)-фенил-1Н-пиразолом в среде пиридина при 115°C были получены продукты *I-III* (рис. 1).

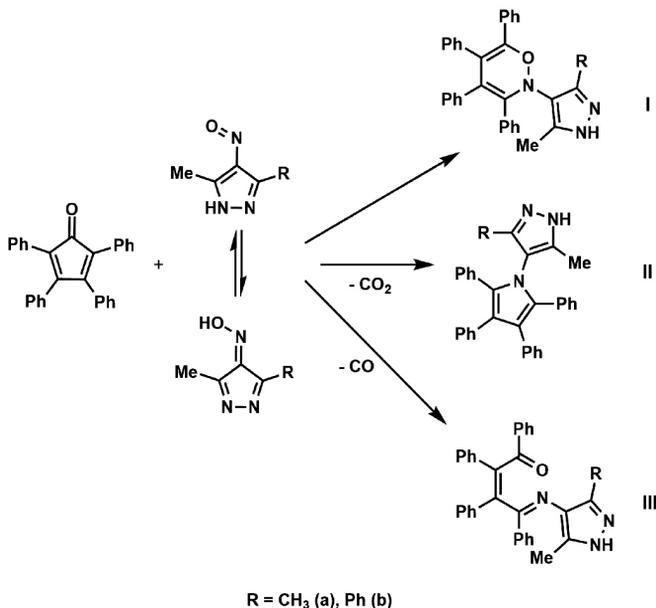


Рис. 1. Схема реакции тетрациклона с 5-замещенными 3-метил-4-нитрозо-1Н-пиразолами

Тетрафенилциклопентадиенон вступает в диеновую конденсацию по общей схеме диенового синтеза, образуя аддукты – тетрагидропроизводные бензола и производные циклогексадиена, содержащие эндо-карбонильный мостик. Такие аддукты содержат бицикло(1,2,2)-гептеновые и гептановые системы, обладающие сильным байеровским напряжением, вызывающем сравнительную неустойчивость аддуктов. При нагревании отщепляется эндо-карбонильный мостик – окись углерода, и образуются соединения, содержащие гексадиеновые и ароматические системы (*I a*, *I b*). К тому же конденсация тетрафенилциклопентадиенона приводит к образованию устойчивых продуктов присоединения, декарбонилирующихся

при высоких температурах и превращающихся в производные циклогексадиена-1,3 (*III a*, *III b*) [11].

В результате впервые были получены следующие соединения: 2-(3,5-диметил-1Н-пиразол-4-ил)-3,4,5,6-тетрафенил-2Н-1,2-оксазина (*I a*), 2-(5-метил-3-фенил-1Н-пиразол-4-ил)-3,4,5,6-тетрафенил-2Н-1,2-оксазина (*I b*), 3,5-диметил-4-(2,3,4,5-тетрафенил-1Н-пиррол-1-ил)-1Н-пиразола (*II a*), 5-метил-3-фенил-4-(2,3,4,5-тетрафенил-1Н-пиррол-1-ил)-1Н-пиразола (*II b*), 4-(3,5-диметил-1Н-пиразол-4-илимино)-1,2,3,4-тетрафенилбут-2-ен-1-она (*III a*) и 4-(5-метил-3-фенил-1Н-пиразол-4-илимино)-1,2,3,4-тетрафенилбут-2-ен-1-она (*III b*) (табл. 1).

Таблица 1.

Выход синтезированных соединений

Соединение	R	Агрегатное состояние	Температура плавления, °С	Выход, %
<i>I a</i>	CH ₃	кристаллы белого цвета	187	4
<i>I b</i>	Ph	порошок светло-желтого цвета	206	9
<i>II a</i>	CH ₃	порошок желтого цвета	139	19
<i>II b</i>	Ph	порошок коричневого цвета	185	28
<i>III a</i>	CH ₃	масло красно-коричневого цвета	–	14
<i>III b</i>	Ph	масло темно-красного цвета	–	17

В реакциях Дильса-Альдера реакционная способность зависит от строения соединений, конфигурации и природы заместителей в цепи сопряжения. Электронодонорные группы увеличивают реакционную способность молекулы, а наличие электроноакцепторных снижают, как и увеличение объема заместителей одного типа [6, 10]. Однако, такие группы, как –CH₃, –Ph дезактивируют реакционную способность реакции Дильса-Альдера в большей степени за счет их стерического эффекта, чем за счет электронного. Эти соединения проявляют более низкую реакционную способность по Дильсу-Альдеру, несмотря на активирующие электронодонорные заместители в диенофилах [12].

Экспериментальные данные показывают, что с фенильными заместителями в 5(3)-положении 3(5)-метил-4-нитрозопиразола выход продуктов реакции выше, что, вероятно, связано со стабилизацией нитрозоформы в нитрозопиразолах.

Реакция Дильса-Альдера обратима, поэтому образующиеся продукты способны распадаться на исходные соединения при повышенной температуре в соответствии с правилом Шмидта [19, 20]. Так как оба исходных

реагента являются циклическими системами, из-за байеровского напряжения выходы *I a – III b* снижены.

Методами тонкослойной и колоночной хроматографии было обнаружено присутствие тетрациклона в смеси продуктов реакции, что может быть обосновано более легким распадом на исходные соединения, чем вытеснением окиси углерода. Кроме того, невысокие выходы продуктов синтеза объясняются протеканием побочных процессов – заместительного присоединения пиразола к молекуле тетрациклона [17, 18].

Идентификацию *I a – III b* проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Молекулярные и фрагментационные ионы хромото-масс-спектров приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Спектральные данные соединений *I a – III b*

Соединение	Молекулярный ион, m/z	Фрагментационные ионы, m/z	Время удержания, с
<i>I a</i>	465	450, 435, 370, 358, 281, 204, 127, 77, 65, 62	5,030
<i>I b</i>	527	450, 435, 370, 358, 281, 204, 157, 127, 65, 62	5,482
<i>II a</i>	481	466, 451, 386, 309, 232, 155, 78, 77, 65	4,261
<i>II b</i>	543	466, 451, 374, 77, 297, 220, 143, 77, 67	4,779
<i>III a</i>	481	465, 450, 435, 358, 282, 257, 205, 128, 77, 65, 63	2,325
<i>III b</i>	543	527, 450, 435, 358, 282, 257, 205, 128, 102, 77, 65, 63	2,594

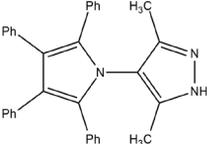
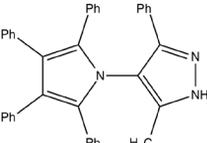
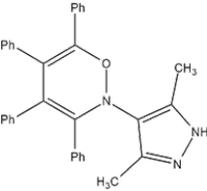
Синтезированные соединения *I a – III b* имеют нечетную молекулярную массу, доказывающие по «азотному правилу» присутствие нечетного количества атомов азота. Изотопные ионы $[M+1]^+$ и $[M+2]^+$ подтверждают наличие в структурах того количества атомов углерода, азота и кислорода, которые предполагают соединения *I a – III b*: *I a* – $C_{33}H_{27}N_3$, *I b* – $C_{38}H_{29}N_3$, *II a* – $C_{33}H_{27}N_3O$, *II b* – $C_{38}H_{29}N_3O$, *III a* – $C_{33}H_{27}N_3O$, *III b* – $C_{38}H_{29}N_3O$.

Одним из доказательств схожести структур соединений *I a – III b* является время удержания, которое имеет незначительное отличие в *a* и *b* и 1-2 единицы в группах веществ: *I a – I b*, *II a – II b* и *III a – III b*.

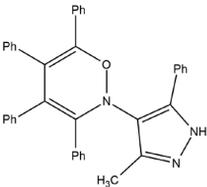
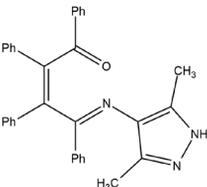
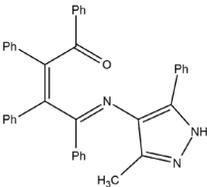
Программой PASS-онлайн предсказана потенциальная положительная активность синтезированных соединений, представляющей выходные данные в виде таблицы вероятностей (наличия и отсутствия) возможного вида активности (табл. 3).

Таблица 3.

Потенциальная биологическая активность синтезированных соединений

Соединение	Наличие	Отсутствие	Вид активности
	0,852	0,003	Ингибитор циклин-зависимой киназы
	0,742	0,004	Ингибитор путей передачи сигнала
	0,723	0,027	Ингибитор тауриндегидрогеназы
	0,694	0,009	Ингибитор изомеразы боковой цепи кортикостероидов
	0,641	0,001	Ингибитор фосфодиэстеразы 10
	0,637	0,005	Противоопухолевый (солидные опухоли)
	0,606	0,008	Противоопухолевый (колоректальный рак)
	0,939	0,002	Ингибитор циклин-зависимой киназы
	0,877	0,005	Ингибитор путей передачи сигнала
	0,723	0,027	Ингибитор тауриндегидрогеназы
	0,695	0,005	Противоопухолевый (колоректальный рак)
	0,693	0,005	Противоопухолевый (рак толстой кишки)
	0,694	0,009	Ингибитор изомеразы боковой цепи кортикостероидов
	0,647	0,005	Противоопухолевый (солидные опухоли)
	0,874	0,005	Противоартритный
	0,689	0,013	Ингибитор путей передачи сигнала
	0,564	0,008	Противоопухолевый (солидные опухоли)
	0,519	0,013	Антагонист белка 27 теплового шока
	0,569	0,065	Ингибитор тауриндегидрогеназы
	0,492	0,021	Ингибитор ангиогенеза
	0,468	0,005	Ингибитор циклин-зависимой киназы
	0,502	0,071	Противоопухолевый
	0,409	0,004	Ингибитор киназы фокальной адгезии
	0,381	0,015	Противогрибковые

Окончание табл. 3.

	0,929	0,005	Противоартритный
	0,519	0,013	Антагонист белка 27 теплового шока
	0,569	0,065	Ингибитор тауриндегидрогеназы
	0,488	0,004	Ингибитор рецептора тирозин-протеинкиназы FLT3
	0,412	0,023	Ингибитор митоген-активированной протеин киназы 5
	0,385	0,037	Агонист регулятора трансмембранной проводимости
	0,448	0,104	Стимулятор агрегации тромбоцитов
	0,487	0,143	Ингибитор каталитических хим. реакций
	0,378	0,037	Ингибитор изомеразы боковой цепи кортикостероидов
	0,725	0,050	Агонист целостности мембраны
	0,628	0,022	Ингибитор птериндезаминазы
	0,603	0,055	Ингибитор тауриндегидрогеназы
	0,551	0,026	Ингибитор аспаргат-фенилпируват трансминазы
	0,526	0,021	Ингибитор изомеразы боковой цепи кортикостероидов
	0,569	0,064	Ингибитор глутамилэндопептидазы 2
	0,512	0,034	Ингибитор 3-гидроксibenzoат-6-монооксигеназы
	0,496	0,034	Агонист фактора роста фиброластов
	0,500	0,043	Ингибитор аминобутиральдегидрогеназы
	0,696	0,032	Ингибитор тауриндегидрогеназы
	0,714	0,052	Агонист целостности мембраны
	0,664	0,011	Ингибитор изомеразы боковой цепи кортикостероидов
	0,588	0,029	Ингибитор птериндезаминазы
	0,515	0,026	Ингибитор аминдегидрогеназы
	0,533	0,047	Ингибитор дегидро-L-гулонат декарбоксилазы
	0,513	0,033	Ингибитор аспаргат-фенилпируват трансминазы
	0,520	0,041	Ингибитор алкан-1-монооксигеназы

Теоретически соединения *I a* – *III b* являются ингибиторами тауриндегидрогеназы – фермента, участвующем в азотном обмене по реакции: тауриндегидрогеназа + H₂O + акцептор = сульфоацетальдегид + NH₃ + восстановленный акцептор [8, 14]. Наиболее значимым видом биологической активности является противоопухолевая, а именно действующая на солидные опухоли, колоректальный рак и рак толстой кишки, проявляющаяся у соединений *I a* – *II a*.

Экспериментальная часть

Очистка 3,5-диметил-4-нитрозо-1H-пиразола. В 60 мл диэтилового эфира растворяли 5 г синтезированного ранее 3,5-диметил-4-нитрозопиразола и добавляли 0,7 г активированного угля. Реакционную смесь перемешивали в течение 8 часов, отфильтровывали и отгоняли эфир. Выход = 4,83 г. Осадок сине-фиолетового цвета. T_{пл} = 120°C [9, с. 44].

Очистка 3(5)-метил-4-нитрозо-5(3)-фенил-1H-пиразола. 1,5 г 3(5)-метил-4-нитрозо-5(3)-фенил-1H-пиразола растворяли в 10% растворе едкого натра и перемешивали темно-коричневый раствор в течение 15 минут с 0,15 г активированного угля. По истечении времени отфильтровывали, фильтрат подкисляли 16% раствором HCl до окрашивания раствора в лазурный цвет. Осадок отфильтровывали и промывали тремя порциями воды по 5 мл. Выход = 1,39 г. Осадок ярко-зеленого цвета. T_{пл} = 145°C.

Очистка пиридина. 1 л технического пиридина сушили над едким кали в количестве 200 г. в течение недели, после чего перегоняли при атмосферном давлении и собирали фракцию при 154,5°C [5, с. 116].

Общий способ получения I a – III b. В 7 мл чистого пиридина растворяли смесь, состоящую из 0,0026 моль тетрациклона и 0,0032 моль замещенного 4-нитропиразола, и при постоянном перемешивании кипятили в течение 8 часов. Горячую реакционную массу выливали в 13,6 мл этанола и добавляли воду до тех пор, пока не начнется расслоение. После выдерживания при комнатной температуре в течение 12 часов отфильтровывали образовавшийся осадок. Продукты реакции выделяли колонной хроматографией в изократическом режиме, элюент толуол-этанол в соотношении 50:3.

2-(3,5-диметил-1H-пиразол-4-ил)-3,4,5,6-тетрафенил-2H-1,2-оксазин (*I a*) – кристаллы белого цвета. T_{пл} = 187°C. Выход 4%. Масс-спектр, m/z: [M+2]⁺ 467, [M+1]⁺ 466, [M]⁺ 465, 450, 435, 370, 358, 281, 204, 127, 77, 65, 62.

2-(5-метил-3-фенил-1H-пиразол-4-ил)-3,4,5,6-тетрафенил-2H-1,2-оксазин (*I b*) – порошок светло-желтого цвета. T_{пл} = 206°C. Выход 9%. Масс-

спектр, m/z : $[M+2]^+$ 529, $[M+1]^+$ 528, $[M]^+$ 527, 450, 435, 370, 358, 281, 204, 157, 127, 65, 62.

3,5-диметил-4-(2,3,4,5-тетрафенил-1Н-пиррол-1-ил)-1Н-пиразола (*II a*) – порошок желтого цвета. $T_{\text{пл}} = 139^\circ\text{C}$. Выход 19%. Масс-спектр, m/z : $[M+2]^+$ 483, $[M+1]^+$ 482, $[M]^+$ 481, 466, 451, 386, 309, 232, 155, 78, 77, 65.

5-метил-3-фенил-4-(2,3,4,5-тетрафенил-1Н-пиррол-1-ил)-1Н-пиразол (*II b*) – порошок коричневого цвета. $T_{\text{пл}} = 185^\circ\text{C}$. Выход 28%. Масс-спектр, m/z : $[M+2]^+$ 545, $[M+1]^+$ 544, $[M]^+$ 543, 466, 451, 374, 77, 297, 220, 143, 77, 67.

4-(3,5-диметил-1Н-пиразол-4-илимино)-1,2,3,4-тетрафенилбут-2-ен-1-он (*III a*) – масло красно-коричневого цвета. Выход 14%. Масс-спектр, m/z : $[M+2]^+$ 483, $[M+1]^+$ 482, $[M]^+$ 481, 465, 450, 435, 358, 282, 257, 205, 128, 77, 65, 63.

4-(5-метил-3-фенил-1Н-пиразол-4-илимино)-1,2,3,4-тетрафенилбут-2-ен-1-он (*III b*) – масло темно-коричневого цвета. Выход 17%. Масс-спектр, m/z : $[M+2]^+$ 545, $[M+1]^+$ 544, $[M]^+$ 543, 527, 450, 435, 358, 282, 257, 205, 128, 102, 77, 65, 63.

Заключение

Таким образом, по реакции Дильса-Альдера впервые были получены 2-(3,5-диметил-1Н-пиразол-4-ил)-3,4,5,6-тетрафенил-2Н-1,2-оксазин, 2-(5-метил-3-фенил-1Н-пиразол-4-ил)-3,4,5,6-тетрафенил-2Н-1,2-оксазин, 3,5-диметил-4-(2,3,4,5-тетрафенил-1Н-пиррол-1-ил)-1Н-пиразол, 5-метил-3-фенил-4-(2,3,4,5-тетрафенил-1Н-пиррол-1-ил)-1Н-пиразол, 4-(3,5-диметил-1Н-пиразол-4-илимино)-1,2,3,4-тетрафенилбут-2-ен-1-он, 4-(5-метил-3-фенил-1Н-пиразол-4-илимино)-1,2,3,4-тетрафенилбут-2-ен-1-он. Выходы продуктов реакции увеличиваются с переходом от метильного заместителя в 5-ом положении 4-нитропиразола к фенильному. Методом ВЭЖХ доказана структура синтезированных соединений. Во всех хромато-масс-спектрах присутствуют молекулярные ионы, соответствующие рассчитанным, и фрагментные ионы, подтверждающие аналогичную структуру синтезированных веществ. Изотопные ионы $[M+1]^+$ и $[M+2]^+$ подтверждают брутто-формулы соединений *I a* – *III b*. Полученные вещества могут являться ингибиторами тауриндегидрогеназы, соединения *I a* – *I a* проявлять противоопухолевое действие на солидные опухоли, колоректальный рак и рак толстой кишки.

Информация о конфликте интересов. Отсутствие конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование выполнено при поддержке гранта Президента РФ №562-м.

Список литературы

1. Взаимодействие 1-нитро-3,3,3-трибром- и 1-нитро-1,3,3,3-тетрабромпроп-1-енов с алифатическими диенами / Анисимова Н. А., Слободчикова Е. К., Иванова М. Е., Рыбалова Т. В. // Журнал общей химии. 2020. Т. 90, № 8. С. 1173-1183. <https://doi.org/10.31857/S0044460X2008003X>
2. Волкова Д.С., Копылова Е.В., Роот Е.В. Синтез 1-амино-3(5)-метил-4-(4'-нитрофенилазо)-5(3)-этоксикарбонил-1Н-пиразола и прогнозирование его биологической активности // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. 2021. Т. 1. С. 490-493.
3. Волкова Д.С., Роот Е.В. Новый способ получения этилового эфира 3-(4'-нитрофенил)гидразона-2,3,4-триоксопентановой кислоты // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2020. Т.12, № 1. С. 79-83. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-79-83>
4. Волкова Д.С., Роот Е.В. Синтез 3(5)-метил-4-(4'-нитрофенилазо)-5(3)-этоксикарбонил-1Н-пиразола // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. 2020. С. 445-446.
5. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ: сборник / П.П. Коростелев; отв. ред. А.И. Пономарев; Акад. наук СССР, Ин-т металлургии им. А.А. Байкова. М. : Изд-во АН СССР, 1964. 311 с.
6. Онищенко А.С. Диеновый синтез / А.С. Онищенко; редактор доктор хим. Наук В.Ф. Кучеров. Москва: издательство Академии наук СССР, 1963. 630 с.
7. Остапюк Ю.В. Тиазолидин-2,4-дитион в домино-реакции Кнёвенагеля/гетеро-реакции Дильса-Альдера / Остапюк Ю.В., Чабан Т.И., Матийчук В.С. // Журнал органической химии. 2020. Т. 56. № 8. С. 1300-1302. <https://doi.org/10.31857/S0514749220080182>
8. Синтез 2-(6Н-индол[2,3-*b*]хиноксалин-2(3)-карбонил)-*n*-(фенилзамещенных)гид-разинкарбок(тио)амидов и оптимизация условий их циклизации / Власюк М.А., Кудрявцева Т.Н., Кометиани И.Б., Климова Л.Г. // Auditorium. 2018. №1. 5 с.
9. Синтезы гетероциклических соединений. Выпуск 6. Изд. АН АрмССР, 1964. 90 с.
10. Соотношение «структура-реакционная способность» в реакциях Дильса-Альдера с использованием подхода конденсированных графов реакций / Маджидов Т.И., Гимадиев Т.Р., Малахова Д.А. [и др.] // Журнал структурной химии. 2017. Т. 58, № 4. С. 685-691. <https://doi.org/10.15372/JSC20170402>
11. Трансформация циклогексенового фрагмента в циклопентановый в аддуктах Дильса-Альдера левоглокозенена и 1,3-диенов / Биктагиров И.М.,

- Файзуллина Л.Х., Салихов Ш.М. [и др.] // Журнал органической химии. 2015. Т. 51, № 10. С. 1487-1493.
12. Frissen A.E. Intramolecular inverse electron demand. DIELS-ALDER reactions of pyrimidines / Netherlands Foundation for Chemical Research. 1990. 130 p.
 13. Heterocyclization of 3-propargylsulfanyl-5 phenyl-1,2,4-triazine: tandem reactions with bromine leading to new derivatives of 7 phenyl[1,3]thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazinium / Rybakova A.V., Kim D. G., Danilina E. I. [et al.] // Chem-ChemTech. 2020. Vol. 63. No 6. P. 19-24. <https://doi.org/10.6060/ivk-kt.20206306.6102>
 14. Hiroyuki Kondo, Makoto Ishimoto Taurine dehydrogenase. Methods in Enzymology / Academic Press. 1987. Vol. 143. P. 496-499.
 15. Karasek F.W., Clement R.E. Basic gas chromatography–mass spectrometry, principles and techniques. Elsevier Science Publishers B.V., 1988. 201 p.
 16. PASS online [Электронный ресурс]. URL: <http://www.way2drug.com/PASSOnline/predict.php> (дата обращения 10.10.2021).
 17. Synthesen in der hydroaromatischen Reihe, X / Diels O., Alder K. // Justus Liebigs Ann. Chem. 1931. V. 486. P. 211-225.
 18. Synthesen in der hydroaromatischen Reihe, XIV / Diels O., Alder K. // Justus Liebigs Ann. Chem. 1931. Vol. 490. P. 267-276.
 19. The pyrolysis of carbon compounds / Hurd C.D. N. Y. 1929. P. 76.
 20. The Thermal Decomposition of Certain Polyarylated Carbinols / Allen F. H., Van Allan J.A. // J. Amer. Chem. Soc. 1943. Vol. 45, No. 7. P. 1384-1389.

References

1. Anisimova N. A., Slobodchikova E. K., Ivanova M. E., Rybalova T. V. *Zhurnal obshchej himii*, 2020, vol. 90, no. 8, pp. 1173-1183. <https://doi.org/10.31857/S0044460X2008003X>
2. Volkova D.S., Kopylova E.V., Root E.V. *Molodye uchenye v reshenii aktual'nyh problem nauki*, 2021, vol. 1, pp. 490-493.
3. Volkova D.S., Root E.V. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 79-83. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-79-83>
4. Volkova D.S., Root E.V. *Molodye uchenye v reshenii aktual'nyh problem nauki*, 2020, pp. 445-446.
5. Korostelev P.P. *Prigotovlenie rastvorov dlja himiko-analiticheskikh rabot: sbornik* [Preparation of solutions for chemical-analytical work: collection] / P.P. Korostelev; ed. A.I. Ponomarev; Akad. nauk SSSR, In-t metallurgii im. A.A. Bajkova. M.: Izd-vo AN SSSR, 1964, 311 p.
6. Onishhenko A.S. *Dienovyj sintez* [Diene synthesis] / A.S. Onishhenko; ed. V.F. Kucherov. Moscow: izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1963, 630 p.

7. Ostapjuk Ju.V., Chaban T.I., Matijchuk V.S. *Zhurnal organicheskoy himii*, 2020, vol. 56, no. 8, pp. 1300-1302. <https://doi.org/10.31857/S0514749220080182>
8. Vlasjuk M.A., Kudrjavceva T.N., Kometiani I.B., Klimova L.G. *Auditorium*, 2018, no. 1, 5 p.
9. *Sintezy geterociklicheskih soedinenij*. Issue 6. Izd. AN ArmSSR, 1964, 90 p.
10. Madzhidov T.I., Gimadiev T.R., Malahova D.A. et al. *Zhurnal strukturnoj himii*, 2017, vol. 58, no. 4, pp. 685-691. <https://doi.org/10.15372/JSC20170402>
11. Biktagirov I.M., Fajzullina L.H., Salihov Sh.M. et al. *Zhurnal organicheskoy himii*, 2015, vol. 51, no. 10, pp. 1487-1493.
12. Frissen A.E. Intramolecular inverse electron demand. DIELS-ALDER reactions of pyrimidines / Netherlands Foundation for Chemical Research, 1990, 130 p.
13. Rybakova A.V., Kim D. G., Danilina E. I. et al. *ChemChemTech.*, 2020, vol. 63, no 6, pp. 19-24. <https://doi.org/10.6060/ivkkt.20206306.6102>
14. Hiroyuki Kondo, Makoto Ishimoto Taurine dehydrogenase. *Methods in Enzymology* / Academic Press, 1987, vol. 143, pp. 496-499.
15. Karasek F.W., Clement R.E. Basic gas chromatography–mass spectrometry, principles and techniques. Elsevier Science Publishers B.V., 1988, 201 p.
16. PASS online. <http://www.way2drug.com/PASSOnline/predict.php>
17. Diels O., Alder K. Synthesen in der hydroaromatischen Reihe, X. *Justus Liebigs Ann. Chem.*, 1931, vol. 486, pp. 211-225.
18. Diels O., Alder K. Synthesen in der hydroaromatischen Reihe, XIV. *Justus Liebigs Ann. Chem.*, 1931, vol. 490, pp. 267-276.
19. Hurd C.D. The pyrolysis of carbon compounds. N. Y. 1929, p. 76.
20. Allen F. H., Van Allan J.A. The Thermal Decomposition of Certain Polyarylated Carbinols. *J. Amer. Chem. Soc.*, 1943, vol. 45, no. 7, pp. 1384-1389.

ВКЛАД АВТОРОВ

Волкова Д.С.: лабораторные исследования, анализ экспериментальных данных, подготовка текста статьи.

Попов А.А.: лабораторные исследования, подготовка текста статьи.

Роот Е.В.: руководство исследования.

Кукушкин А.А.: сбор спектральных данных.

Субоч Г.А.: анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Darya S. Volkova: laboratory studies, analysis of experimental data, preparation of the text of the article.

Arkadiy A. Popov: laboratory studies, preparation of the text of the article.
Evgeny V. Root: research guide.
Alexey A. Kukushkin: spectral data collection.
George A. Suboch: analysis of scientific work, critical revision with the introduction of valuable intellectual content.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Волкова Дарья Сергеевна, студент 2 курса магистратуры
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
просп. имени газеты Красноярский Рабочий, 31, г. Красноярск,
660037, Российская Федерация
2198vds@gmail.com

Попов Аркадий Алексеевич, студент 4 курса бакалавриата
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
просп. имени газеты Красноярский Рабочий, 31, г. Красноярск,
660037, Российская Федерация
puzhiy00@mail.ru

Роот Евгений Владимирович, к.х.н., доцент кафедры органической химии и технологии органических соединений; доцент кафедры фармации с курсом ПО
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева; ГОУ ВПО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России
просп. имени газеты Красноярский Рабочий, 31, г. Красноярск,
660037, Российская Федерация; ул. Партизана Железняка, 1, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
rootev@mail.ru

Кукушкин Алексей Александрович, к.х.н., доцент кафедры органической химии и технологии органических соединений
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
просп. имени газеты Красноярский Рабочий, 31, г. Красноярск,
660037, Российская Федерация
alekseykukushkin@bk.ru

Субоч Георгий Анатольевич, д.х.н., заведующий кафедрой органической химии и технологии органических соединений
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
просп. имени газеты Красноярский Рабочий, 31, г. Красноярск, 660037, Российская Федерация
subochga@sibsau.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Darya S. Volkova, 2st year master's student
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsk Worker Ave., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
2198vds@gmail.com

Arkadiy A. Popov, 4th year bachelor's student
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsk Worker Ave., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
puzhiy00@mail.ru

Evgeny V. Root, Ph. D., Associate Professor of the Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Compounds; Associate Professor of the Department of Pharmacy with PC
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology;
Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F.Voino-Yasenetsky
31, Krasnoyarsk Worker Ave., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation;
1 Partizana Zheleznyaka str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
rootev@mail.ru
SPIN-code: 8058-6443

Alexey A. Kukushkin, Ph. D., Associate Professor of the Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Compounds
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsk Worker Ave., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
alekseykukushkin@bk.ru
SPIN-code: 9153-3347

George A. Suboch, Doctor of Sciences, Professor Head of the Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Compounds
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsk Worker Ave., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
subochga@sibsau.ru
SPIN-code: 9153-3347
ResearcherID: AAO-4845-2021
Scopus Author ID: 0000-0003-2027-8512

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 25.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 25.10.2021

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-120-132

UDC 631.147

ECONOMIC ASPECTS OF THE ECOLOGICAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE AT THE PRESENT STAGE

*D.K. Suchkov, I.V. Sorgutov,
N.K. Gavrilieva, A.V. Grigoriev*

The economic aspects of the development of the agro-industrial complex at the present stage play a significant role in shaping the well-being of any country, since the factor of seasonality and the need to allocate subsidies to support most agricultural enterprises often negatively affect the prospects for the development of the industry in question. At the same time, it should be noted that agro-industrial companies spend significant funds on recultivation and restoration of lands damaged by regular application of chemical fertilizers. Also, various biosystems are being destroyed, without which the implementation of various activities in the agro-industrial complex will be impossible: water resources are being depleted, representatives of fauna are dying, the structure of individual ecological networks is being disrupted. For this reason, the application of an ecological approach in the process of forming an economic strategy for the development of agriculture at the present stage becomes necessary, since if the status quo is maintained, the negative situation in agriculture may worsen in the next few years. For this reason, we consider it necessary to implement the main provisions of the Concept of Sustainable Development in the process of planning and implementing various areas of economic and production activities in the agricultural sector; since relying on the postulates declared by the Concept will expand the horizons of the industry's development, improve the quality and volume of products produced and reduce its negative impact on the environment, thereby preserving the ecological balance in nature.

Keywords: *agro-industrial complex; economic aspects; ecological approach; sustainable development*

For citation. *Suchkov D.K., Sorgutov I.V., Gavrilieva N.K., Grigoriev A.V. Economic Aspects of the Ecological Approach to the Development of Agriculture at the Present Stage. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 120-132. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-120-132*

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РАЗВИТИЮ АПК НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

*Д.К. Сучков, И.В. Соргутов,
Н.К. Гаврильева, А.В. Григорьев*

Экономические аспекты развития агропромышленного комплекса на современном этапе играют существенную роль в формировании благосостояния любой страны, поскольку фактор сезонности и необходимость выделения дотаций для поддержания большинства сельскохозяйственных предприятий достаточно часто отрицательно влияют на перспективы развития рассматриваемой отрасли. При этом, нельзя не отметить, что значительные средства агропромышленные компании тратят на рекультивацию и восстановление земель, поврежденных регулярным внесением химических удобрений.

Также разрушению подвергаются различные биосистемы, без которых осуществление различных направлений деятельности в АПК будет невозможным: истощаются водные ресурсы, гибнут представители фауны, нарушается структура отдельных экологических сетей. По этой причине применение экологического подхода в процессе формирования экономической стратегии развития АПК на современном этапе становится необходимым, поскольку при сохранении статуса кво негативная ситуация в сельском хозяйстве может усугубиться уже в ближайшие несколько лет. По этой причине считаем необходимым реализацию основных положений Концепции устойчивого развития в процессе планирования и осуществления различных направлений экономической и производственной деятельности в сельскохозяйственной отрасли, так как опора на декларируемые Концепцией постулаты позволит расширить горизонты развития отрасли, повысить качество и объем производимой продукции и снизит ее негативное влияние на окружающую среду, сохранив, тем самым, экологический баланс в природе.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс; экономические аспекты; экологический подход; устойчивое развитие

Для цитирования. Сучков Д.К., Соргутов И.В., Гаврильева Н.К., Григорьев А.В. Экономические аспекты экологического подхода к развитию АПК на современном этапе // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 120-132. DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-120-132

Introduction

The economic development of any industry makes a significant contribution to the country's GDP. However, quite often an increase in the pace of economic development has a downside, which is expressed in a negative impact on the environment and a violation of the ecological balance [1, p. 90]. One of these areas is agriculture, in the process of implementing the main activities of which there is soil degradation, disruption of ecological chains, reduction of water resources, etc. All this in the future may lead to a decrease in the economic results of agricultural enterprises due to the loss of the potential of the basic resource of the agricultural sector – land.

Agricultural production systems have a profound negative impact on biodiversity due to the transformation and fragmentation of natural habitats associated with the expansion of agriculture, as well as a result of pollution due to the overuse of inputs such as pesticides and fertilizers. This requires a radical transformation of the production process of agricultural enterprises [2, p. 114]. To this end, agricultural specialists need to implement a number of measures in their practice, such as providing feeding areas for wild animals and nesting sites on agricultural land, reducing chemical exposure, preventing water pollution, stimulating biological activity in the soil and strengthening the links between habitats and ecological networks in the landscape. To implement this practice, serious changes are needed in the supply chains of agricultural products, business models and public policy. For this reason, the introduction of the basic postulates of the Concept of Sustainable Development within the framework of greening into the agro-industrial complex system should be designated as an innovative approach.

Materials and methods

In the process of writing the study, both Russian and foreign sources were analyzed in the field of implementing an ecological approach to the organization of economic development of the agricultural sector, including from the perspective of implementing the Concept of Sustainable Development. Analytical and comparative methods were used to systematize and process the collected material.

Results

The loss of biodiversity is one of the biggest environmental problems of the 21st century, and it is happening at an unprecedented pace due to various anthropogenic impacts on the global environment. Understanding the transformations of agricultural systems to increase biodiversity is a problem of society's

transition to solving existing transition models, such as a multi-level perspective or an innovation system perspective. However, there is also reason to assume that the existing transition models will not directly correspond to the transition to sustainable agricultural systems. Most importantly, although the role of ecology is important in agricultural systems, the literature on socio-technical transitions pays little attention to the interaction of agricultural economics with environmental aspects and, consequently, there is no understanding of their consequences for social change.

In various fields of literature, special attention is paid to problems related to the loss of biodiversity (for example, in the field of socio-ecological systems and environmental biology). Based on the analysis of the literature data, two starting points can be identified as characteristics of biodiversity related to the agricultural sector, which are most likely important for our understanding of the transition to sustainability in this sector: first, it is the attachment of agricultural systems to the place, which is a critical issue. since it is in this spatially oriented context that ecological, biophysical and geographical dependencies arise [2, 3, 4].

Secondly, when trying to promote biodiversity in agriculture, certain problems arise due to the fact that nature is a public good. It is expected that these aspects will lead to a different transition dynamic compared to sociotechnical transitions, when attachment to a place and public goods are less important.

The problem of transition to sustainability in the agricultural sector has been reflected in the scientific literature for a number of years, where various authors give an idea of various conditions and processes of change that contribute to the emergence and spread of novelty in sociotechnical systems.

Socio-technical (ST) transitions describe fundamental changes in the way social functions are performed, such as mobility, health care and food supply, socio-technical systems. Socio-technical systems, in fact, have three main dimensions: actors, institutions, technological and material artifacts. The transition requires profound changes in all these parameters of the system [12, p. 761]. A special subset of such transitions are transitions to stability. These are long-term, fundamental and purposeful changes in the agro-industrial complex in order to perform social functions more sustainably [3, p. 132].

Studies of the transition to sustainable development, as a rule, did not take into account the transition processes in the agri-food sectors. However, in the neighboring field of agricultural innovation, scientists have contributed to a better understanding of changes in agricultural sectors. This area has become a systematic approach to the analysis of changes, primarily in the perspective of

the agricultural innovation system (AIS). AIS is defined as a network of organizations, enterprises and individuals focused on the introduction of new products, new processes and new forms of organization into economic use, together with institutions and policies that affect how various agents interact, share, access, exchange and use of knowledge [12, p. 763].

Innovations in the agricultural sector reflect technological, social, organizational, economic and institutional changes. They balance new technical methods with alternative ways of organizing markets, land ownership and distribution of benefits. AIS perspectives are increasingly being linked to transition theories by examining how the functioning of agricultural systems is hindered and how it can be supported. This was done by applying a systematic approach to technological innovations, and more recently also by including literature on innovative ecosystems.

The literature on AIS pays special attention to innovations within the framework of the industrial agriculture paradigm, but does not specifically address environmental elements. Various scientists emphasize the need to go beyond the AIS analysis in order to better understand the problems of sustainability in the agricultural sector [12, p. 764].

Another approach that is increasingly being used to better understand changes in the agricultural sector is the multi-level perspective (MLP). The structure of the MLP was developed in the AIS community to understand the introduction and scaling of technologies, mainly by studying the dynamics of changes in technology-dominated sectors, such as energy and the mobility sector in the Far North. The multilevel perspective describes and conceptualizes general models of changes within the framework of sociotechnical transitions for three analytical levels: niche (micro), mode (meso) and landscape (macro) [11, p. 264].

The transition to more stable sociotechnical systems is difficult to implement when the existing systems are characterized by a high level of institutionalization or isolation. The blocking processes are reflected in the concept of a sociotechnical regime or a “deep structure” that ensures the stability of existing systems. This stability is mainly due to a set of formal and informal rules, such as rules, cognitive structures and general beliefs, as well as established practices that are supported and protected by the active subjects of the agro-industrial complex. The regime may be under pressure from an exogenous socio-technical landscape, which includes slowly changing social values, demographic trends and macroeconomic models.

Important conclusions of research in the energy and mobility sectors are that emerging innovations often cannot compete within the existing sociotechnical

regimes. New technologies often work poorly and are too expensive to compete with fashionable products. Therefore, they must be protected or shielded. Such a protective space is called a “niche”. Typical protective measures to protect niches are subsidies and other public or private measures that support them, such as subsidized demonstration projects or research laboratories. Thanks to protective measures, participants developing innovations gain time to improve innovations in order to compete with existing technologies, services and products at a later stage.

It should be noted that various processes that support the niche and contribute to breakthroughs, such as experimentation, building a network, formulating positive expectations and mobilizing resources are important for improving technological performance and reducing costs.

Niche innovations can either correspond to the current regime selection conditions, in which regime conditions usually remain unchanged, or they can contribute to changes in the current regime environments and thereby influence the environment of their choice, for example, by institutionalizing niche practices for reuse. Various transition paths are conceptualized, in which the transition dynamics is described on the basis of various types of MLP alignment.

Studies of the transition period have shown that new participants often introduce novelty and replace the actors with their radical innovations, choosing the path of technological replacement. However, sometimes the current market players take the initiative either through gradual adjustments or through a more radical replacement of technologies. This is called the mode transformation path.

On the way of regime reconfiguration, cooperation between new participants and existing operators leads to new combinations between innovative and existing technologies. The de-alignment and re-alignment path describe how regimes are destabilized by rapid landscape pressure. As for the current players, the literature on the transition period traditionally focuses on influential and large players, who, for example, can buy smaller companies to control innovation or cause changes in industry trajectories. It can be noted that the study of the typology of transition paths is useful for explaining why the nature of transition dynamics differs between countries or domains.

Various criticisms have been expressed regarding the applicability of the MLP concept for understanding transitions to sustainability in the agricultural sector. Some researchers have come to the conclusion that additional work needs to be done to make the MLP suitable for the purposes of studying the agri-food sector, mainly with regard to the analysis of the dynamics of transition and ways of transition to sustainable development [11, p. 265].

Current critical shortcomings include omission in the analysis of geographical, biophysical and socio-ecological elements, while they play a significant role in the agricultural sector. In addition to scientists studying agricultural systems, other authors studying the possibilities of ST transitions also state that modern sociotechnical concepts of transition do not take into account interaction with environmental aspects and, consequently, do not understand its consequences for the economic development of the agro-industrial complex.

Discussion

In various fields, special attention is paid to problems related to the loss of biodiversity (for example, in the field of socio-ecological systems and environmental biology). From these areas, two key characteristics of agricultural systems can be derived that can improve the understanding of the environmental aspects of the transition of agriculture to sustainability: attachment to the terrain and the nature of biodiversity as a public good.

Agricultural systems are mostly tied to the terrain and are tied to geographical areas. Environmental conditions depend on the location and change geographically. This location-based nature largely determines the type of production system and goods that can be produced, the type of habitat for biodiversity, and the specific environmental problems that can be expected. Thus, the conservation of biodiversity creates certain problems depending on the conditions of the habitat. Moreover, the maintenance of biodiversity also depends on processes and configurations in the wider landscape. For example, landscape-scale management can contribute to the conservation of biodiversity by creating ecological networks and reducing habitat fragmentation. This increases the importance of cooperation between different participants, for example, through inter-economic or intersectoral cooperation.

Sustainability strategies should be adapted to the specific needs of the habitat in the context and history of the agricultural landscape. How actors solve sustainability problems also depends on the context. The stories of subjects embedded in certain places determine to what extent subjects depend on environmental resources for their livelihoods or attach great importance to the sustainability of resources and are motivated to act. Therefore, the conditions associated with sustainable results often depend on territoriality.

The main problem hindering the conservation of agricultural landscapes is that there is often no direct benefit for actors to invest in biodiversity, which underlines the need to support institutions and management, for example, through incentive mechanisms. This problem is based on the nature of nature protection

as a public good. Already in 1968, G. Hardin described the social dilemmas that arise as a result of managing the resources of a common pool [10, p. 85].

In the literature on socio-ecological systems, this is called the “security dilemma”, which occurs when the costs of investment are paid individually, and the benefits are distributed among the participants. Moreover, the benefits are often visible in the long term, while investments are required in the short term. This applies to many public goods, such as biodiversity, clean air or other ecosystem services [13, p. 342].

Markets and institutions often do not provide financial incentives to preserve the biodiversity of agricultural landscapes; for example, the conservation of biodiversity is not valued in product prices. Lack of incentives is an important reason for farmers’ decisions not to invest in agrobiodiversity. For example, financial investments are needed to provide natural areas for meadow birds on agricultural land. Moreover, in addition to local benefits, the conservation of biodiversity on agricultural land often brings environmental benefits elsewhere (positive externalities), for which there are also often no incentives provided. This leads to the tendency of individual participants to minimize investments in biodiversity.

A classic example concerns the reluctance of upstream farmers to engage in pro-environmental behavior (for example, regarding the use of pesticides or refraining from deforestation), which will mainly and most immediately benefit their downstream colleagues. There are usually no markets for these external ecosystem services [13, c. 344].

These problems of insufficient investment in biodiversity have led to extensive research in the field of socio-ecological systems and conservation biology on how to overcome these dilemmas, for example, by encouraging collective agreements and developing incentive mechanisms [7, p. 458]. Collective agreements revolve around deciding how different participants collectively manage natural resources sustainably by setting rules and standards. Incentive mechanisms are considered important to encourage actors to invest in biodiversity. Both can be organized at different levels: at the local level, cooperation between farmers can lead to the conclusion of new collective agreements [8, p. 257].

Since decisions are also strongly influenced by the meso-economic environment (for example, markets and national institutions), institutional changes must occur at this level, as well as overcome market and institutional failures. Incentives can be divided into categories such as regulation, planning, and moral persuasion – for example, by preventing specific land management practices through legislation and policies.

Along with these incentives, it is possible to apply various initiatives that will contribute to the implementation of the above-mentioned goals. So, in 2016, in the Netherlands, various participants jointly developed a new business model for a new brand of “environmentally friendly milk” based on a premium to the price of the product, which was as follows: the consumer pays an additional 0.02 euros per package, these funds are directed to the implementation of measures to preserve the population of meadow birds. Due to the received funding, natural areas on agricultural land were expanded, and farmers were able to apply various management methods to preserve agricultural nature, such as the construction of lawns and grass areas for meadow birds and various mowing regimes with less intensity to increase the survival rate of meadow bird chicks [14].

Also, as part of the support of the sustainable development initiative, a new model of land lease was developed for farmers on favorable terms (at a cost of less than half of the current price). It was stipulated that the land would be leased to farmers only if they comply with certain environmental conditions [15].

The assessment of compliance with the above conditions was planned to be carried out taking into account the following criteria and key performance indicators to determine the degree of achievement of the established environmental goals. Key performance indicators (KPIs) were defined as follows:

- 1) functional agrobiodiversity (for example, fertile soils and the completion of nutrient cycles on farms);
- 2) variety of landscape (for example, landscape elements such as trees, ditches and hedges);
- 3) diversity of species (for example, targeted improvement of habitat management of specific species);
- 4) regional biodiversity (for example, the development of territories between farms and regional management) [16].

Therefore, the implementation of these initiatives and measures can directly have a positive impact on the sustainable development of agriculture and, as a result, increase its economic efficiency.

Conclusion

Since the global loss of biodiversity is one of the most serious environmental problems, a transition from sustainability to nature conservation is urgently needed, which will stop the rapid decline of biodiversity. Transformations are required in the agri-food sector to increase its sustainability in order to increase the economic efficiency of the agro-industrial complex in the future.

The structure of the MLP and its analysis uses a number of tools to explain industry changes and link and understand the dynamics between the conceptual levels of niches and agricultural regimes. It can be argued that the transition to sustainability in the agri-food sector in order to increase biodiversity differs from other transitions to sustainability (for example, the dynamics of socio-technical transition in the mobility and energy sector) due to the central role of ecology. Two key characteristics, namely the dependence of agricultural systems on the terrain and the nature of biodiversity as a public good, have influenced the dynamics of changes in the agricultural sector in different ways.

Because of the attachment to the place, changes depend on the participation of a significant number of agricultural companies that are part of the existing regimes. These subjects of the regime often need support and encouragement to participate in the transition process, as well as to develop an understanding of the need to implement the basic postulates of the Concept of sustainable Development in the economic activities of agricultural enterprises. This applies not only to new methods of farming, but also to the institutional conditions that stimulate these new methods.

References

1. Boltaevskiy A.A. Pryadko I.P. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika*, 2018, no. 3, pp. 88-94. <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2018.3.18586>
2. Voronin B.A., Chupina I.P., Voronina Ya.V. *AON*, 2020, no. 4, pp. 112-116.
3. Gromova A.I. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo*, 2014, no. 14 (260), pp. 129-135. <https://creativeconomy.ru/lib/8432>
4. Romanyuk M., Lichko K. *Izvestiya TSKhA*, 2012, no. 7, pp. 11-15.
5. Subbotina L.V. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*, 2013, no. 3 (7), pp. 4-8.
6. Shafieva E.T., Zagazezheva I.V. *Ekonomika i upravlenie: analiz tendentsiy i perspektiv razvitiya*, 2014, no. 17, pp. 257-261.
7. Klerkx, L., van Mierlo, B., Leeuwis, C. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions, Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (eds) *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer, Dordrecht. 2012. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20
8. Pascual U., Perrings S. Developing incentives and economic mechanisms for in situ biodiversity conservation in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 2007, vol. 121, no. 3, pp. 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.025>
9. Patterson J., Schulz K., Vervoort J., Van Der el S., Widerberg O., Adler S., et al. Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability.

- Environ. Innov. Soc. Transit.*, 2017, vol. 24, pp. 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.09.001>
10. Röling N. Pathways for impact: scientists' different perspectives on agricultural innovation. *Int. J. Agric. Sustain.*, 2009, vol. 7, no. 2, pp. 83-94. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0043>
 11. Runhaar H.A.C. et al. Promoting nature conservation by Dutch farmers: a governance perspective. *Int. J. Agric. Sustain.*, 2017, vol.15, no. 3, pp. 264-281. <https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1232015>
 12. Westley, F., Olsson, P., Folke, C. et al. Tipping Toward Sustainability: Emerging Pathways of Transformation. *AMBIO*, 2011, vol. 40, 762. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0186-9>
 13. Runhaar H. Governing the transformation towards 'nature-inclusive' agriculture: insights from the Netherlands. *Int. J. Agric. Sustain.*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 340-349. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1312096>
 14. Interview NGO3, interview conducted in person on 27-10-2017.
 15. Interview DC2, interview conducted in person on 3-5-2018.
 16. Interview RI1, interview conducted in person on 17-11-2017.

Список литературы

1. Болтаевский А.А. Прядко И.П. Драйвер роста: сельское хозяйство и перспективы развития современной экономики // Теоретическая и прикладная экономика. 2018. №3. С. 88-94. <https://doi.org/10.25136/2409-8647.2018.3.18586>
2. Воронин Б.А., Чупина И.П., Воронина Я.В. Устойчивое экономическое развитие сельского хозяйства // АОН. 2020. №4. С. 112-116.
3. Громова А.И. «Зеленая» экономика и устойчивое развитие сельского хозяйства // Российское предпринимательство. 2014. №14 (260). С. 129-135. <https://creativeconomy.ru/lib/8432>
4. Романюк М., Личко К. О концепции устойчивого развития сельского хозяйства // Известия ТСХА. 2012. №7. С. 11-15.
5. Субботина Л.В. Экологические факторы устойчивого развития сельского хозяйства // Вестник Курганской ГСХА. 2013. №3 (7). С. 4-8.
6. Шафиева Э.Т., Загазежева И.В. Стимулирующие механизмы устойчивого развития сельского хозяйства // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2014. №17. С. 257-261.
7. Klerkx, L., van Mierlo, B., Leeuwis, C. Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions // Darnhofer, I., Gibbon, D., Dedieu, B. (eds) *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*. Springer, Dordrecht. 2012. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20

8. Pascual U., Perrings C. Developing incentives and economic mechanisms for in situ biodiversity conservation in agricultural landscapes // *Agric. Ecosyst. Environ.* 2007. Vol. 121. No. 3. P. 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.025>
9. Patterson J., Schulz K., Vervoort J., Van Der el S., Widerberg O., Adler C., et al. Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability // *Environ. Innov. Soc. Transit.*, 2017. Vol. 24. P. 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.09.001>
10. Røling N. Pathways for impact: scientists' different perspectives on agricultural innovation // *Int. J. Agric. Sustain.* 2009. Vol. 7, No. 2. P. 83-94. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0043>
11. Runhaar H.A.C. et al. Promoting nature conservation by Dutch farmers: a governance perspective // *Int. J. Agric. Sustain.* 2017. Vol. 15. No. 3. P. 264-281. <https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1232015>
12. Westley, F., Olsson, P., Folke, C. et al. Tipping Toward Sustainability: Emerging Pathways of Transformation // *AMBIO.* 2011. Vol. 40, 762. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0186-9>
13. Runhaar H. Governing the transformation towards 'nature-inclusive' agriculture: insights from the Netherlands // *Int. J. Agric. Sustain.* 2017. Vol. 15, No. 4. P. 340-349. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1312096>
14. Interview NGO3, interview conducted in person on 27-10-2017.
15. Interview DC2, interview conducted in person on 3-5-2018.
16. Interview RI1, interview conducted in person on 17-11-2017.

DATA ABOUT THE AUTHORS

Dmitry K. Suchkov

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

*97, Universitetskiiy prosp., Volgograd, 400062, Russian Federation
suchkov1992@yandex.ru*

Ilya V. Sorgutov

Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov

23, Petropavlovskaya Str., 23, Perm, Perm Territory, 614990, Russian Federation

Sorgutov_iliya@mail.ru

Nadezhda K. Gavriliyeva

*Arctic State Agrotechnological University
Sergelyakhskoe highway, 3 km, building 2, Republic of Sakha (Yakutia),
Yakutsk, 677000, Russian Federation*

Alexander V. Grigoriev

*Moscow Aviation Institute (National Research University)
4, Volokolamsk highway, Moscow, 125993, Russian Federation*

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**Сучков Дмитрий Константинович**

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук
пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
suchkov1992@yandex.ru*

Соргутов Илья Валерьевич

*ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, 614990, Российская Федерация
Sorgutov_iliya@mail.ru*

Гаврильева Надежда Константиновна

*Арктический государственный агротехнологический университет
шоссе Сергеляхское, 3 км., 3, г. Якутск, Республика Саха (Якутия),
677007, Российская Федерация*

Григорьев Александр Владимирович

*Московский авиационный институт
Волоколамское шоссе, 4, г. Москва, 125993, Российская Федерация*

Поступила 27.09.2021

После рецензирования 05.10.2021

Принята 21.10.2021

Received 27.09.2021

Revised 05.10.2021

Accepted 21.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-133-145

УДК 364.2

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОЗНАНИИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

*С.М. Мальцева, Е.С. Балашова,
Н.В. Быстрова, Д.А. Строганов*

Несмотря на наличие научных материалов, связанных с социальным благополучием, экологическим сознанием и ощущением экологической безопасности в нем у населения, все еще недостаточно исследований, особенно отечественных, на примере отдельных групп населения, например, студентов. Однако это необходимо и для выработки решений глобальной экологической проблемы, и ее локальных проявлений. Особенно важно в этой связи обратиться к экологическому сознанию студентов педагогического вуза, которые уже в ближайшей перспективе понесут свои знания и ощущения в среду подрастающего поколения страны. Экологическая безопасность рассматривается нами как основа экологического сознания в структуре общественного сознания.

Целью работы стала оценка ощущения экологической безопасности и готовности к борьбе с возможными экологическими опасностями среди студентов первого курса педагогического вуза. В качестве основных методов в исследовании использован диалектический метод, методы массового опроса и сравнительного анализа данных.

Результаты. При выраженности аффективно-оценочного компонента экологического сознания студенты педагогического вуза обнаружили большую готовность к экологическому поведению, чем другие социальные группы.

Ключевые слова: социальное самочувствие; экологическое сознание; экологическая безопасность; студенты-педагоги; экологические угрозы

Для цитирования. Мальцева С.М., Балашова Е.С., Быстрова Н.В., Строганов Д.А. Экологическая безопасность в экологическом сознании студентов педагогического вуза // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 133-145. DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-133-145

ECOLOGICAL SAFETY IN THE ECOLOGICAL CONSCIOUSNESS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY STUDENTS

*S.M. Maltseva, E.S. Balashova,
N.V. Bystrova, D.A. Stroganov*

Despite the availability of scientific materials related to social well-being, environmental awareness and a sense of environmental safety in it among the population, there is still not enough research, especially domestic, on the example of individual groups of the population, for example, students. However, this is also necessary for developing solutions to the global environmental problem and its local manifestations. It is especially important in this regard to appeal to the ecological consciousness of students of a pedagogical university, who in the near future will carry their knowledge and feelings into the environment of the younger generation of the country. Ecological safety is considered by us as the basis of ecological consciousness in the structure of public consciousness.

The aim of the work was to assess the feeling of environmental safety and readiness to combat possible environmental hazards among first-year students of a pedagogical university. The main methods used in the study are the dialectical method, methods of mass survey and comparative data analysis.

Results. With the severity of the affective-evaluative component of environmental consciousness, students of the pedagogical university found a greater readiness for environmental behavior than other social groups.

Keywords: social well-being; environmental awareness; environmental safety; students-teachers; environmental threats

For citation. Maltseva S.M., Balashova E.S., Bystrova N.V., Stroganov D.A. Ecological Safety in the Ecological Consciousness of Pedagogical University Students. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 133-145. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-133-145

Введение

В ходе социологических, педагогических, психологических, философских исследований последних лет накоплены достаточные данные, чтобы описывать теоретико-методологические основы изучения проблемы социальной безопасности различных групп населения [5, 6, 11, 20]. Все больше авторов призывает интерпретировать процессы современного российского общества именно с полидисциплинарной точки зрения.

Значительный круг ученых сегодня занимается разработкой и описанием концепции экологической безопасности, вместе с тем до сих пор отсутствует ее четкое определение, а сама она законодательно существует лишь в весьма разрозненных нормативно-правовых актах.

Так представители Копенгагенской школы включают в понятие «экологическая безопасность» и изменения климата, природного рельефа, и сырьевые энергетические проблемы, и голод, миграции населения, эпидемии и даже эко-терроризм [19]. Отечественные ученые в целом соглашаются с зарубежными коллегами, однако Е.Е. Тонков и В.Ю. Туранин, например, считают, что данное понятие должно рассматриваться в контексте национальной безопасности как система мер государства по защите окружающей среды и самого человека в ней [14, с. 122]. Официальное определение содержит Федеральный закон «Об охране окружающей среды», где в ст. 1 главы 1 сказано, что «экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий» [16].

Экологическая безопасность определяется степенью готовности общества к предотвращению угроз, связанных с влиянием на него окружающей среды. Представления о технически комфортной жизни меркнут на фоне отсутствия чистого воздуха, воды или привычного климата. Человек всегда оказывал влияние на природу, использовал ее и преобразовывал, но сегодня эти изменения приобретают тотальный характер. Следовательно, формирование экологической культуры, экологического сознания становится чрезвычайно важным. Ю.А. Владыкина, определяя сущностные свойства экологического сознания, рассматривает его с трех сторон: сознание человека выражает его отношение к природе, оно отражает мир природы как среду обитания и сохранения жизни, а также оно регулирует его деятельность от целеполагания до достижения результата [4, с. 78].

Безусловно, экологическое сознание отчасти субъективно, но оно является непосредственным регулятором поведения человека, побуждая его к активности либо пассивности, показывает удовлетворенность своим положением в жизни, отражает степень уверенности в настоящем и завтрашнем дне. Для будущего педагога это особенно важно, ведь этот настрой он понесет далее в детский коллектив, станет участником формирования картины мира подрастающего поколения. По словам И.А. Лесковой, «спо-

соб взаимодействия человека с миром как особым образом выстроенное отношение человека с окружающим миром, определяющее форму и логику перехода возможности в действительность» является базовым в обществе и онтологической основой образования [10, с.4]. Как видим, критерий внешней среды, куда входит и экологическая безопасность, занимает здесь достаточно важное место.

Цель работы

Анализ ощущения экологической безопасности в экологическом сознании студентов первого курса педагогического вуза и оценка их готовности к борьбе с возможными экологическими опасностями.

Материалы и методы

Теоретико-методологической базой исследования стала «концепция экологической коммуникации» Н. Лумана, который рассматривал экологические проблемы как факторы, нарушающие равновесие общества, которое необходимо поддерживать за счет других факторов, главным из которых является общественное сознание и самочувствие [21]. В исследовании использован диалектический метод, методы массового опроса (авторское исследование) и сравнительного анализа данных.

Вслед за А.И. Тобоевым, мы считаем экологическое сознание самостоятельной формой общественного сознания, характеризующей мировоззрение человека. Экологическое сознание – это «форма общественного сознания, представляющая собой совокупность идей и теорий, отражающих способы гармоничных отношений между человеком и природой» [13, с.25].

Безопасность является одной из базовых потребностей человека. Под экологической безопасностью мы будем понимать состояние защищенности от потенциальных и реальных угроз личности, обществу, государству и природе, созданных естественным либо антропогенным воздействием на окружающую среду [12].

Исследование выполнено на базе Мининского университета (г. Нижний Новгород). В ходе массового опроса, проводившегося среди студентов-бакалавров первого курса различных педагогических направлений очной и заочной формы обучения, были получены данные от 152 респондентов. Гипотеза состояла в том, что у людей, выбравших педагогику как профессию, уже в начале обучения развит не только аффективно-оценочный компонент, но и поведенческий, что необходимо использовать в образовательном процессе.

Результаты исследования и их обсуждение

В структуре экологического сознания принято выделять следующие компоненты: аффективно-оценочный (чувства, эмоции, отношение), когнитивный (знания и личный опыт), социально-нормативный (нормы и ценности) и поведенческий (готовность к деятельности, поступки) [8, с. 16].

С целью анализа аффективно-оценочного компонента экологического сознания, связанного с экологической безопасностью, мы задали вопрос о степени тревоги по поводу основных экологических угроз (Таблица 1).

Таблица 1.

Тревожность студентов по поводу экологической безопасности

		Возможность этого вызывает у меня постоянный страх	Возможность этого вызывает у меня сильную тревогу	Возможность этого вызывает у меня некоторое беспокойство	Меня это не беспокоит	Затрудняюсь ответить	
В какой мере вы испытываете тревогу относительно этих возможных бедствий?	Истощение природных ресурсов	количество	9	50	73	12	8
		%	5,9	32,9	48	7,9	5,3
	Химическое и радиационное заражение воды, воздуха, продуктов	количество	16	64	59	10	6
		%	10,5	40,1	38,8	6,6	3,9
	Опасность уничтожения различных видов животных	количество	14	46	68	10	14
		%	9,2	30,3	44,7	6,6	9,2
	Массовые эпидемии, распространение СПИДа и других смертельных заболеваний	количество	23	54	58	8	9
		%	15,1	35,5	38,2	5,3	5,9
	Возникновение в атмосфере озоновых дыр	количество	5	38	64	24	21
		%	3,3	25	42,1	15,8	13,8
	Уничтожение лесов на планете	количество	13	55	66	7	11
		%	8,6	36,2	43,4	4,6	7,2
	Глобальное потепление климата	количество	7	32	71	25	17
		%	4,6	21,1	46,7	16,4	11,2

Данные показали, что все обозначенные факторы вызывают у студентов сильную тревогу или некоторое беспокойство. При чем наибольшую тревогу вызывает риск смертельных заболеваний, что очевидно в свете последних событий, загрязнение воды, еды и воздуха, а также уничтожение лесов.

Данный аффективно-оценочный компонент экологического сознания доминирует, как показали исследования, в большинстве социальных групп населения [15, 18].

Следует отметить, что исследования экологического сознания студентов непедагогических вузов показывают, что «экологические ценности все еще не входят в число приоритетов студенческой молодежи и значительно уступают материальным и антропоцентристским приоритетам респондентов» [7, с. 166].

Хотя студенты оценивают свой уровень знаний как средний, они не знают о существовании и деятельности экологических организаций региона, да и экологические ценности не входят у них в категорию приоритетных. Согласно исследованию ВЦИОМ и ФНЭБ, опубликованному в августе 2020 года, взрослые россияне, хотя и стали больше интересоваться вопросами экологии на фоне пандемии, но количество готовых снизить потребление или отказаться от некоторых благ во имя сохранения окружающей среды упало.

Ученые заявляют о необходимости пропаганды идей экологии, чем у нас сейчас занимаются только экологические организации, но этого явно недостаточно [9].

Следовательно, необходимо оценить, видят ли будущие педагоги возможность личного участия в решении экологических проблем, в то время как традиционно взрослое население относится к этому скептически [1].

Для этого мы задали вопрос о личной готовности предпринимать различные меры по защите окружающей среды и получили результат (Таблица 2).

Анализ показал, что студенты в большинстве понимают, что эти проблемы нельзя «перетерпеть», они требуют активных действий. Многие уже активно действуют, а большинство готово, намерено действовать. Думается, среда вуза способно обеспечить нормативную и когнитивную подготовку и организовать конкретную работу по сохранению экологической безопасности. Поведенческий потенциал студентов на уровне намерений очевиден.

Таблица 2.

Готовность к действиям по сохранению экологической безопасности

	Я уже это делаю, %	Я намерен(а) так поступать, %	Нет, это не для меня, %
В какой мере вы лично готовы предпринять все возможные меры, чтобы обезопасить себя от загрязнения окружающей среды?	40,5	49,7	9,8
В какой мере вы лично готовы предпринять все от вас зависящее, чтобы обезопасить от загрязнения окружающей среды близких?	37,9	52,3	9,8
В какой мере вы лично готовы предпринять все возможное, чтобы обезопасить от загрязнения окружающей среды наш народ?	28,8	53,6	17,6
В какой мере вы лично готовы объединяться с другими, кто также чувствует эту опасность и принимает меры для ее предотвращения, чтобы обезопасить себя от загрязнения окружающей среды?	20,9	60,8	18,3
В какой мере вы лично полагаете, что надо просто перетерпеть опасности и лишения?	13,1	31,4	55,6

Заключение

Одной из причин ухудшения экологии в мире и нашей стране является низкий уровень развития экологической культуры и экологического сознания. Будущие педагоги могли бы изменить ситуацию к лучшему. Доказано, что они не только осознают проблему, но и во многом морально готовы ее решать. Несмотря на существующие проекты и разработанные многими педагогами методики [2, 3, 17, 22, 23], необходимо целенаправленно формировать поведенческий компонент на основе когнитивного и социально-нормативного компонента их экологического сознания в ходе получения педагогического образования.

Информация о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Асташина Н.И., Камерилова Г.С. Развитие мышления в эколого-исследовательской деятельности бакалавров на основе тренинговой технологии

- // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10, № 2 (35). С. 27-29. <https://doi.org/10.26140/anip-2021-1002-0005>
2. Бичева И.Б., Князева Е.А., Казначеев Д.А. Научно-теоретические основы формирования экологической ответственности у педагогов дошкольной образовательной организации // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68-1. С. 38-41.
 3. Бичева И.Б., Хижная А.В., Дряхлова О.В. Роль экологической компетентности педагога в профессиональной деятельности // Государственный советник. 2019. № 1 (25). С. 69-73.
 4. Владыкина Ю.А. Основные тенденции формирования экологического сознания в современном обществе // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2017. №2. С. 77-79.
 5. Горячев В.В. Методологические проблемы исследования самосознания в отечественной психологии // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10, № 1 (34). С. 339-343. <https://doi.org/10.26140/anip-2021-1001-0086>
 6. Грязнова Е.В., Козлова Т.А., Рыжакова Е.В., Козлов Д.М. Актуальность формирования антропологического сознания будущих педагогов в эпоху цифровизации образования // Перспективы науки. 2021. № 2 (137). С. 108-110.
 7. Гулько Е.Ю. Проблемы экологического сознания и поведения студенческой молодежи // Социологический альманах. 2017. №8. С. 160-166.
 8. Двойнев В.В. Экологическое сознание городского населения: состояние и перспективы развития: автореф. дис. ... канд. социол. наук. Смоленск, 2009. 35 с.
 9. Жизнь после Греты Тунберг, или потребление на фоне глобального потепления: совместный аналитический доклад ВЦИОМ И ФНЭБ [Электронный ресурс] // ВЦИОМ. №4310. 18 Августа 2020. URL: <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=10408>.
 10. Лескова И.А. Идея образования: структура и содержание в контексте сменных философских оснований // Вестник Мининского университета. 2021. Т. 9, С.10. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2021-9-3-10>
 11. Мальцева С.М., Грибанов С.В., Корольчук М.В. Человек: от жизненных целей к смыслу жизни // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. № 6 (25). С. 99-105.
 12. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года: (утв. Президентом РФ 30.04.2012) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117/.

13. Тобоев А.И. Понятие экологического сознания // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2015. №3(7). С. 23-27.
14. Тонков Е.Е., Туранин В.Ю. Экологическая безопасность: понятие, проблемы и перспективы правового обеспечения // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: философия. социология. право. 2015. № 2 (199). Выпуск 31. С.122-125.
15. Фахретдинова А.Б., Замалетдинова Л.Р. Экологическое сознание современной молодежи (на материалах социологического исследования студентов Казанского государственного энергетического университета) // Вестник экономики, права и социологии. Социология. 2017. № 1. С. 44-53. <https://doi.org/10.18454/VEPS.2017.1.5521>
16. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34823/.
17. Фролова С.В. Профессиональное воспитание будущего учителя: дискуссия о концептуальных положениях // Вестник Мининского университета. 2021. Т. 9, №2. С. 4. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2021-9-2-4>
18. Халий И.А. Экологическое сознание населения современной России // История и современность. 2015 № 1 С. 189-205.
19. Buzan B., Waever O., & J. de Wilde. Security: A new framework for analysis. Boulder, Colo.: Lynne Rienner Pub, 1998. 239 p.
20. Gryaznova E.V., Maltceva S.M., Goncharuk A.G., Vladimirov A.A., Zanozin N.V. Problems of virtualization and internetization of social space // Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. Vol. 91. С. 119-124. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32015-7_14
21. Luhmann N. Was ist Kommunikation? // Aufsätze und Reden. Stuttgart, 2001.
22. Markova S.M., Sedykh E.P., Tsyplakova S.A. Designing a Professional Education Course Based on Socio-Economic Factors // Studies in Systems, Decision and Control. 2021. Vol. 314. P. 1181-1189. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9_124
23. Smirnova, Z.V., Katkova, O.V., Golubeva, O.V., Romanovskaya, E.V., Andryashina, N.S. Innovative Technologies in the Training of University Specialists // Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Vol. 155. P. 352-359. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_39

References

1. Astashina N.I., Kamerilova G.S. Razvitie myshleniya v ekologo-issledovatel'skoj deyatel'nosti bakalavrov na osnove treningovoj tekhnologii [Develop-

- ment of thinking in the environmental research activities of bachelors on the basis of training technology]. *Azimuth nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologiya* [Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology], 2021, vol. 10, no. 2 (35), pp. 27-29. <https://doi.org/10.26140/anip-2021-1002-0005>
2. Bicheva I.B., Knyazeva E.A., Kaznacheev D.A. Nauchno-teoreticheskie osnovy formirovaniya ekologicheskoy otvetstvennosti u pedagogov doshkol'noj obrazovatel'noj organizacii [Scientific and theoretical foundations of the formation of environmental responsibility among teachers of preschool educational organizations]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [Problems of modern pedagogical education], 2020, no. 68-1, pp. 38-41.
 3. Bicheva I.B., Hizhnaya A.V., Dryahlova O.V. Rol' ekologicheskoy kompetentnosti pedagoga v professional'noj deyatelnosti [The role of environmental competence of a teacher in professional activity]. *Gosudarstvennyj sovetnik* [State Councilor], 2019, no. 1 (25), pp. 69-73.
 4. Vladykina Yu.A. Osnovnye tendencii formirovaniya ekologicheskogo soznaniya v sovremennom obshchestve [The main trends in the formation of ecological consciousness in modern society]. *Vestnik Taganrogskogo instituta upravleniya i ekonomiki* [Bulletin of the Taganrog Institute of Management and Economics], 2017, no. 2, pp. 77-79.
 5. Goryachev V.V. Metodologicheskie problemy issledovaniya samosoznaniya v otechestvennoj psihologii [Methodological problems of self-consciousness research in Russian psychology]. *Azimuth nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologiya* [Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology], 2021, vol. 10, no. 1 (34), pp. 339-343. <https://doi.org/10.26140/anip-2021-1001-0086>
 6. Gryaznova E.V., Kozlova T.A., Ryzhakova E.V., Kozlov D.M. Aktual'nost' formirovaniya antropologicheskogo soznaniya budushchih pedagogov v epohu cifrovizacii obrazovaniya [The relevance of the formation of the anthropological consciousness of future teachers in the era of digitalization of education]. *Perspektivy nauki* [Prospects of science], 2021, no. 2 (137), pp. 108-110.
 7. Gul'ko E.Y. Problemy ekologicheskogo soznaniya i povedeniya studencheskoj molodezhi [Problems of ecological consciousness and behavior of student youth]. *Sociologicheskij al'manah* [Sociological Almanac], 2017, no. 8, pp. 160-166.
 8. Dvojnev V.V. *Ekologicheskoe soznanie gorodskogo naseleniya: sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Ecological consciousness of the urban population: the state and prospects of development]: avtoref. dis. ... kand. sociol. nauk. Smolensk, 2009, 35 p.
 9. Zhizn' posle Grety Tunberg, ili potreblenie na fone global'nogo potepeniya: sovместnyj analiticheskij doklad VCIOM I FNEB [Life after Greta Thunberg,

- or consumption against the background of global warming: a joint analytical report of VTSIOM AND FNEB]. *VTSIOM* [VTSIOM], no. 4310. 18.08.2020. <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=10408>.
10. Leskova I.A. Ideya obrazovaniya: struktura i soderzhanie v kontekste smeny filosofskih osnovanij [The idea of education: structure and content in the context of changing philosophical foundations]. *Vestnik Mininskogo universiteta* [Vestnik Mininskogo universiteta], 2021, vol. 9, p.10.
 11. Mal'ceva S.M., Gribanov S.V., Korol'chuk M.V. Chelovek: ot zhiznennyh celej k smyslu zhizni [Man: from life goals to the meaning of life]. *Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovacii* [Education and science in the modern world. Innovations], 2019, no. 6 (25), pp. 99-105.
 12. *Osnovy gosudarstvennoj politiki v oblasti ekologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda: (utv. Prezidentom RF 30.04.2012)* [Fundamentals of the state policy in the field of environmental development of the Russian Federation for the period up to 2030: (approved by the President of the Russian Federation on 30.04.2012)]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117/
 13. Toboev A.I. Ponyatie ekologicheskogo soznaniya [The concept of ecological consciousness]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Gumanitarnye issledovaniya* [Bulletin of the Omsk State Pedagogical University. Humanitarian studies], 2015, no. 3 (7), pp. 23-27.
 14. Tonkov E.E., Turanin V.Yu. Ekologicheskaya bezopasnost': ponyatie, problemy i perspektivy pravovogo obespecheniya [Environmental safety: the concept, problems and prospects of legal support]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Filosofiya. Sociologiya. Pravo* [Scientific bulletin of Belgorod State University. Series: Philosophy. Sociology. Right], 2015, no. 2 (199), vol. 31, pp.122-125.
 15. Fahretdinova A.B., Zamaletdinova L.R. Ekologicheskoe soznanie sovremennoj molodezhi (na materialah sociologicheskogo issledovaniya studentov Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta) [Ecological consciousness of modern youth (based on the materials of a sociological study of students of the Kazan State Energy University)]. *Vestnik ekonomiki, prava i sociologii. Sociologiya* [Bulletin of Economics, Law and Sociology. Sociology], 2017, no. 1, pp. 44-53. <https://doi.org/10.18454/VEPS.2017.1.5521>
 16. *Federal'nyj zakon «Ob ohrane okruzhayushchej sredy» ot 10.01.2002 № 7-fz (poslednyaya redakciya)* [Federal Law "On Environmental Protection" dated 10.01.2002 No. 7-fz (latest edition)]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34823/.

17. Frolova S.V. Professional'noe vospitanie budushchego uchitelya: diskussiya o konceptual'nyh polozheniyah [Professional education of a future teacher: a discussion on conceptual provisions]. *Vestnik Mininskogo universiteta* [Vestnik Mininskogo universiteta], 2021, vol. 9, no. 2, p. 4. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2021-9-2-4>
18. Halij I.A. Ekologicheskoe soznanie naseleniya sovremennoj Rossii [Ecological consciousness of the population of modern Russia]. *Istoriya i sovremennost'* [History and modernity], 2015, no. 1, pp. 189 - 205.
19. Buzan B., Waever O., & J. de Wilde. Security: A new framework for analysis. Boulder, Colo.: Lynne Rienner Pub., 1998, 239 p.
20. Gryaznova E.V., Maltceva S.M., Goncharuk A.G., Vladimirov A.A., Zanozin N.V. Problems of virtualization and internetization of social space . *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2020, vol. 91, pp. 119-124. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32015-7_14
21. Luhmann N. Was ist Kommunikation? *Aufsätze und Reden*. Stuttgart, 2001.
22. Markova S.M., Sedykh E.P., Tsyplakova S.A. Designing a Professional Education Course Based on Socio-Economic Factors. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2021, vol. 314, pp. 1181-1189. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9_124
23. Smirnova Z.V., Katkova O.V., Golubeva O.V., Romanovskaya E.V., Andryashina N.S. Innovative Technologies in the Training of University Specialists. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2021, vol. 155, pp. 352-359. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_39

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Мальцева Светлана Михайловна, доцент, канд. филос. наук, доцент

Мининский университет

ул. Ульянова, 1, г. Н. Новгород, 603950, Российская Федерация

maltsewasvetlana@yandex.ru

Балашова Елена Сергеевна, доцент, кандидат филос. наук, доцент

Мининский университет

ул. Ульянова, 1, г. Н. Новгород, 603950, Российская Федерация

balashova.l.s@gmail.com

Быстрова Наталья Васильевна, доцент, кандидат пед. наук, доцент

Мининский университет

ул. Ульянова, 1, г. Н. Новгород, 603950, Российская Федерация

bystrova_nv@mail.ru

Строганов Дмитрий Александрович, старший преподаватель
Мининский университет
ул. Ульянова, 1, г. Н. Новгород, 603950, Российская Федерация
stroganoff.dmitry2012@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Svetlana M. Maltseva, Candidate of Philos. Sciences, Associate Professor
Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University
1, Ulyanov Str., Nizhniy Novgorod, 603950, Russian Federation
maltsewasvetlana@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7273-1852
Scopus Author ID: 57204862811

Elena S. Balashova, Candidate of Philos. Sciences, Associate Professor
Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University
1, Ulyanov Str., Nizhniy Novgorod, 603950, Russian Federation
balashova.l.s@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5900-0951
Scopus Author ID: 57201131652

Natalya V. Bystrova, Candidate of Ped. Sciences, Associate Professor
Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University
1, Ulyanov Str., Nizhniy Novgorod, 603950, Russian Federation
bystrova_nv@mail.ru

Dmitry A. Stroganov, Senior Lecturer
Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University
1, Ulyanov Str., Nizhniy Novgorod, 603950, Russian Federation
stroganoff.dmitry2012@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6629-0667

Поступила 02.10.2021
После рецензирования 15.10.2021
Принята 25.10.2021

Received 02.10.2021
Revised 15.10.2021
Accepted 25.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-146-XX

УДК 339

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕШНЕТОРГОВОГО ОБОРОТА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.А. Аксенов

Обоснование. *Качество лекарственных средств играет важную роль для национальной безопасности любого государства. Фармацевтическая отрасль в Российской Федерации является стабильно развивающейся. Значительную долю отечественного фармакологического рынка занимают импортные лекарственные средства.*

Цель. *Заключается в выявлении проблем и выработке рекомендаций в области организации внешнеторгового оборота лекарственных средств в Российской Федерации.*

Материалы и методы. *Нормативной правовой основой исследования являются Таможенный кодекс Евразийского экономического союза, Федеральный закон от 03.08.2018 № 289-ФЗ (ред. от 24.02.2021) «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ (ред. от 01.01.2021) «Об обращении лекарственных средств» и др.*

Результаты. *Рынок лекарственных средств в Российской Федерации характеризуется высокой степенью импортозависимости. Российская Федерация в последние годы проводит активную политику импортозамещения, что способствует постепенному снижению доли импортируемых лекарственных средств. В тоже время доля импорта лекарств в стране остается достаточно высокой. Это требует от контролирующих органов эффективной деятельности по противодействию незаконному обороту лекарственных средств.*

Заключение. *Анализ рынка лекарственных средств в Российской Федерации позволил отметить высокую долю импортируемых лекарственных средств в Российскую Федерацию – более 60%.*

Ключевые слова: *лекарственные средства; внешнеторговый оборот; импорт; экспорт; незаконный оборот*

Для цитирования. Аксенов И.А. Проблемы организации внешнеторгового оборота лекарственных средств в Российской Федерации // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 146-XX. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-146-XX

PROBLEMS OF ORGANIZATION OF FOREIGN TRADE TURNOVER OF MEDICINES IN THE RUSSIAN FEDERATION

I.A. Aksenov

Background. *The quality of medicines plays an important role for the national security of any state. The pharmaceutical industry in the Russian Federation is steadily developing. Imported medicines occupy a significant share of the domestic pharmacological market.*

Purpose. *It consists in identifying problems and developing recommendations in the field of organizing foreign trade circulation of medicines in the Russian Federation.*

Materials and methods. *The normative legal basis of the study is the Customs Code of the Eurasian Economic Union, Federal Law dated 03.08.2018 No. 289-FZ (as amended on 24.02.2021) “On customs regulation in the Russian Federation and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation”, Federal Law dated 12.04.2010 No. 61-FZ (as amended on 01.01.2021) “On the Circulation of Medicines”, etc.*

Results. *The market for medicines in the Russian Federation is characterized by a high degree of import dependence. In recent years, the Russian Federation has been pursuing an active policy of import substitution, which contributes to a gradual decrease in the share of imported medicines. At the same time, the share of drug imports in the country remains quite high. This requires the regulatory authorities to take effective action to combat illicit pharmaceuticals trafficking.*

Conclusion. *Analysis of the pharmaceutical market in the Russian Federation made it possible to note a high share of imported pharmaceuticals in the Russian Federation – over 60%.*

Keywords: *medicines; foreign trade; import; export; illegal traffic*

For citation. *Aksenov I.A. Problems of organizing foreign trade circulation of medicines in the Russian Federation. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 146-XX. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-146-XX*

Введение

Рынок лекарственных средств в Российской Федерации продолжает расти. Значительное увеличение объемов продаж фармацевтического рынка в Российской Федерации связано с двумя основными факторами: начавшейся и распространявшейся пандемией коронавирусной инфекции и государственной политикой в области рынка лекарственных средств.

На конечные итоги рынка лекарственных средств в 2020 году влияли потребитель и его реакция на Covid-19, а именно фактор изменения потребительского спроса. Повышенный спрос на ту или иную группу препаратов, возникающий на фоне новостей о методах лечения коронавирусной инфекции, приводили к росту продаж, а иногда и дефицитам отдельных лекарств, так как производители и импортеры не всегда были готовы своевременно закрыть возникшую потребность.

Государственная политика Российской Федерации в отношении рынка лекарственных средств во многом продиктована Указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», а именно целями Национального проекта «Здравоохранение»: увеличение продолжительности жизни населения, борьба с онкологическими заболеваниями, увеличение объемов экспорта лекарственных средств и пр.

В соответствии с Указом Президента от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» была разработана Стратегия «Фарма-2030», которой предусмотрены увеличение экспорта лекарственных средств, а также стимулирование потребительских расходов на здравоохранение.

Материалы и методы

Изучением вопросов понятийного аппарата внешнеторгового оборота лекарственных средств занимаются Панаедова Г.И., Бородин А.И. [6], Комарова А.В., Петров А.М. [4], Тимченко Т.Н., Тонконог В.В., Погарская А.С., Головань Т.В., Конфино К.В. [8].

Вопросы правового регулирования внешнеторгового оборота лекарственных средств находятся в поле зрения Коротеев А.В. [5], Глушко Е.К. [3].

Проблемы внешнеторгового оборота лекарственных средств в Российской Федерации выявляются в работах Панаедова Г.И., Кулаговская Т. А. [7], Афонин Д.Н. [2], Андреева Е.Л., Сапир Е.В., Карх Д.А., Карачев И.А. [1].

Нормативной правовой основой исследования являются Таможенный кодекс Евразийского экономического союза, Уголовный кодекс Российской

Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 31.07.2020), Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 15.10.2020, с изм. от 16.10.2020), Федеральный закон от 03.08.2018 № 289-ФЗ (ред. от 24.02.2021) «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ (ред. от 01.01.2021) «Об обращении лекарственных средств» и др.

Эмпирическую основу исследования составляют данные Федеральной таможенной службы России по вопросам внешнеторгового оборота лекарственных средств Российской Федерации, данные Федеральной службы государственной статистики, Росздравнадзора по вопросам выявления нелегального оборота лекарственных средств в РФ, размещенные на официальных сайтах указанных государственных органов в открытом доступе.

Методологическую основу исследования составляют методы научного познания, среди которых: сравнительно-правовой метод, синтез, анализ, системный подход, логический метод и пр.

Результаты исследования

Рынок лекарственных средств Российской Федерации на современном этапе

1) *Объем рынка лекарственных средств в Российской Федерации.* Российская Федерация входит в первую десятку крупнейших фармацевтических рынков. Однако при расчете продаж на душу населения занимает только 30 место, по итогам 2020 г. среднедушевые продажи лекарственных средств в Российской Федерации составили 194 долл. США.

Заслуживает внимания анализ показателей динамики фармакологического рынка Российской Федерации в стоимостном выражении, за последние пять лет объемы рынка лекарственных средств в Российской Федерации в стоимостном выражении показывают тенденцию к росту [17]. В 2017 г. прирост объема рынка лекарственных средств в стоимостном выражении составил 8,6% к объему 2016 г., в 2018 г. наблюдалось снижение динамики темпов роста до 2,7% к 2017 г., в 2019 г. объем роста возобновился и составил 9,4%.

По итогам 2020 г. объем рынка лекарственных средств в Российской Федерации составил 2042 млрд. рублей в стоимостном выражении, что соответствует 10,8% прироста к объему 2019 г. Снижение темпа роста объема рынка в 2018 г. связано с кризисными явлениями в экономике Российской Федерации, переходом части потребителей на более дешевые лекарственные средства (Рисунок 1).

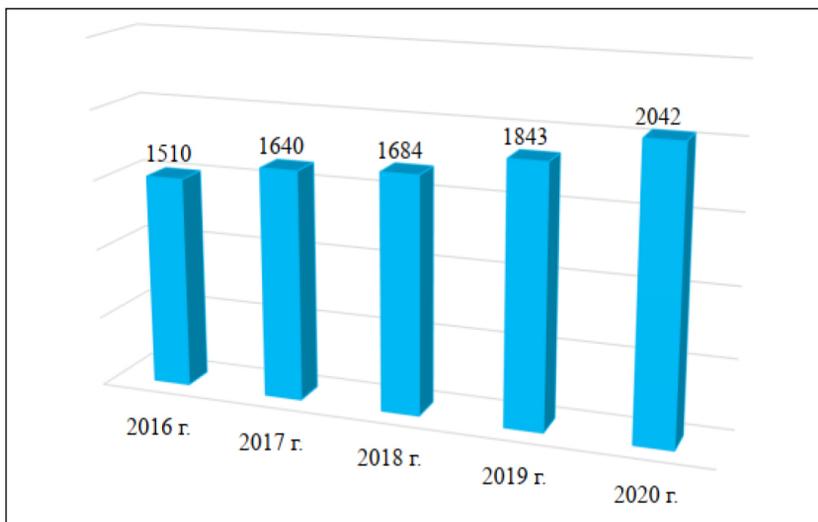


Рис. 1. Динамика объемов продаж российского фармакологического рынка, в млрд. рублей

2) *Сегменты рынка.* Структура рынка лекарственных средств в Российской Федерации представлена тремя основными сегментами: государственный сектор (продажи лекарственных средств в рамках госзакупок), коммерческие продажи лекарственных средств через аптечные сети конечному потребителю, а также парафармацевтика (биологически активные добавки) [15].

В коммерческий сегмент входят продажи лекарственных средств через аптечные сети. Государственный сегмент рынка лекарственных средств включает продажу лекарственных средств по Программе льготного лекарственного обеспечения, предусмотренной Федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», региональным льготам, реализацию лекарственных препаратов через лечебно-профилактические учреждения.

Данные позволяют сделать вывод о росте сектора государственных закупок в общем объеме фармацевтического рынка в Российской Федерации в 2016-2020 гг. Рост государственного сегмента в 2017 г. составил 1% к доле 2016 г., в 2018 г. наблюдается снижение объемов госсектора на 0,7%, в 2019 г. и 2020 г. доля государственного сегмента выросла на 3,6% и 0,7% соответственно (Рисунок 2).

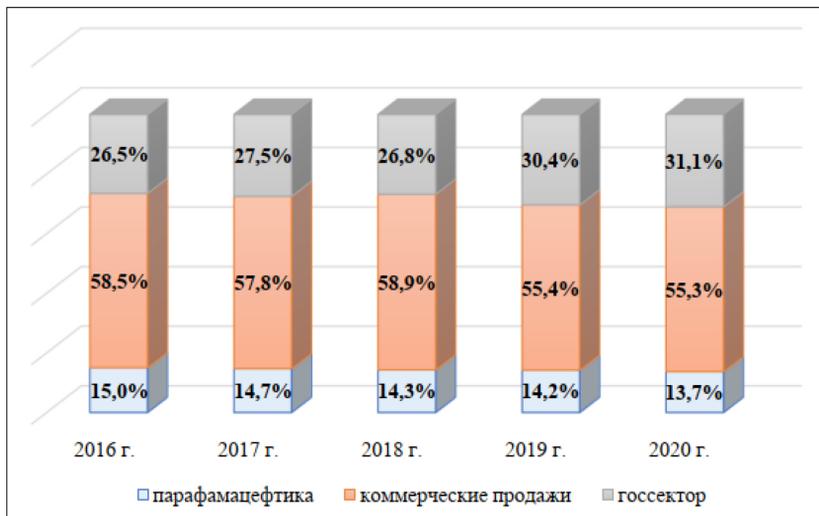


Рис. 2. Сегменты фармацевтического рынка РФ, в %

В целом за период с 2016 г. по 2020 г. доля государственного сегмента рынка лекарственных средств выросла на 4,6%, увеличение государственного сегмента происходило за счет уменьшения сегментов коммерческих продаж и парафармацевтики. Увеличение сегмента государственных закупок связано с расширением программы государственного обеспечения лекарственными средствами.

Снижение объемов сегментов коммерческих продаж, а также парафармацевтики связано с отказом части потребителей от приобретения дорогостоящих биологически активных добавок, а также с переходом на более бюджетные лекарственных средства. Приобретая безрецептурные препараты потребители в последние годы отдают предпочтение более дешевым аналогам лекарств.

3) Доля импортируемых лекарственных средств в Российскую Федерацию, несмотря на снижение, остается стабильно высокой. В 2017 г. объема импортируемых лекарственных средств снизился на 0,2% и составил 71,3%, в 2018 г. снижение составило 1,1%, доля импортированных лекарственных средств составила 70,2%, в 2019 г. произошло снижение на 8,5%, доля импортных лекарственных средств сократилась до 61,7%. Снижение рассматриваемого показателя связано с проведением активной политики импортозамещения в Российской Федерации.

В 2020 г. доля импортируемых в РФ лекарственных препаратов выросла на 1,6%, что связано с пандемией коронавирусной инфекции и ввозом на территорию РФ импортных лекарственных средств, которые необходимы были для лечения COVID-19, на период пока в РФ ещё не были разработаны лекарственные препараты и вакцина от данного заболевания [18]. В противовес к тенденции снижения доли импортных лекарственных средств в 2016-2019 гг. наблюдалось увеличение доли отечественных лекарств (Рисунок 3).

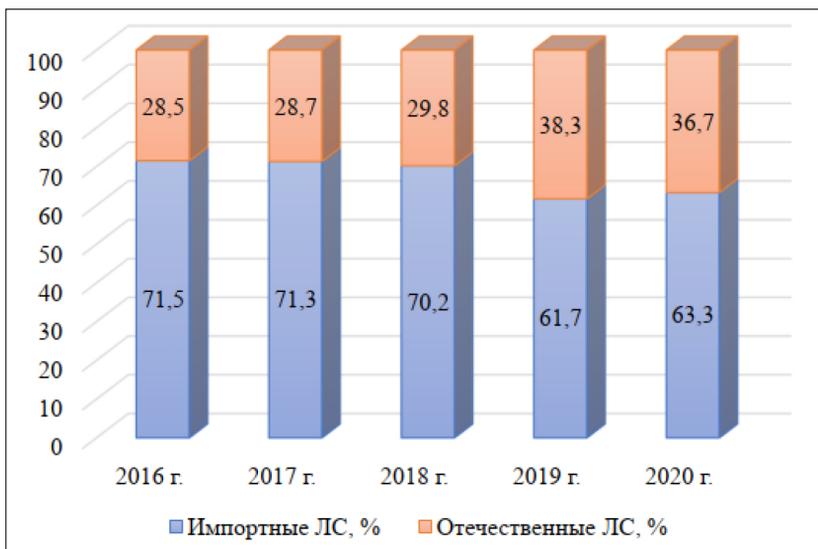


Рис. 3. Доля импортируемых лекарственных средств в Российской Федерации, 2016–2020 гг., в %

4) *Импорт в Российскую Федерацию готовых лекарственных форм* показывает тенденции к росту в 2017 г. на 40,6 млрд руб., в 2019 г. на 227,9 млрд руб., в тоже время в 2018 и 2020 гг. наблюдается снижение объема импорта в стоимостном выражении на 0,2 млрд руб. и на 199,7 млрд руб.

Снижение в 2018 г. вызвано кризисными явлениями и снижением спроса на дорогостоящие импортные безрецептурные лекарственные средства. В 2020 г. снижение вызвано появившимися в Российской Федерации разработками, в том числе в части противовирусных разработок, вакцин (Рисунок 4).

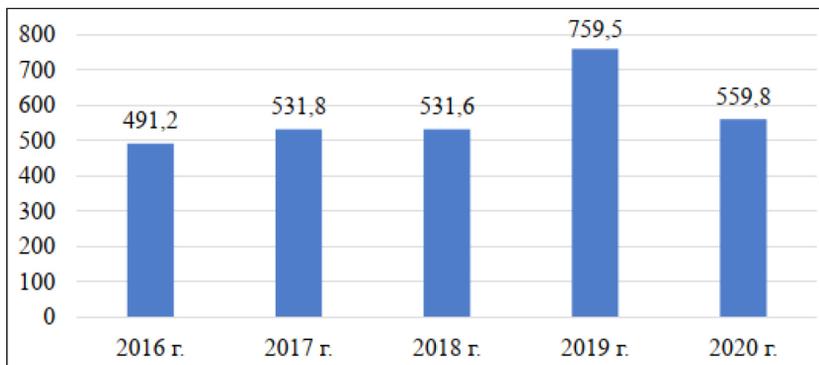


Рис. 4. Импорт в Российскую Федерацию готовых лекарственных форм в 2016–2020 гг., млрд руб

5) *Страны-импортеры лекарственных средств в Российскую Федерацию.* Среди стран, импортирующих в Российскую Федерацию лекарственные средства, лидируют Германия, на долю которой приходится более 1/5 импорта фармацевтической продукции в РФ, Франция (8,7%), Италия (6%) и США (6%). В целом за период 2016–2020 гг. доли стран импортеров лекарственных средств в РФ менялись незначительно (Рисунок 5).

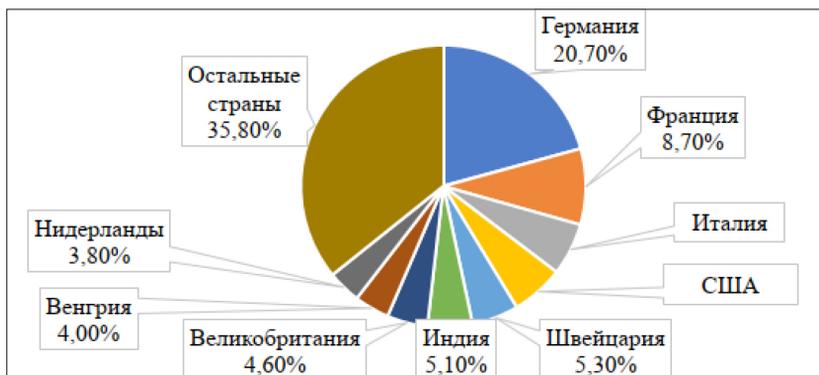


Рис. 5. Страны-импортеры лекарственных средств в РФ, в %

6) *Экспорт лекарственных средств из Российской Федерации.* До 2020 г. поставки российских лекарственных средств осуществлялись преимущественно в страны бывшего Советского Союза. На ТОП-5 покупателей приходится 63% всего объема российского экспорта лекарственных

средств. С 2020 г. в число основных покупателей российских лекарственных средств входит наряду со странами СНГ страны Европы.

Рост экспорта в 2017 г. составил 37 млн долл. США, что на 8,77% больше объема 2016 г. В 2018 г. рост составил также 37 млн долл. США или 8,06% к объему 2017 г. По итогам 2019 г. прирост составил 28 млн долл. США или 5,65%.

В 2020 г. в связи с пандемией новой инфекции Covid-19 Российская Федерация, как и многие другие страны взялась за ликвидацию данной угрозы посредством разработки лекарств для лечения Covid-19, а также вакцины от новой инфекции. Как отмечают специалисты, «интерес к отечественным лекарствам, особенно биотехнологическим, растет и в Европе, в таких странах, как Греция, Испания, Португалия и даже в Италии»[19].

Успешные результаты многих разработок позволили повысить объемы экспорта лекарственных средств из Российской Федерации до рекордных масштабов. Прирост составил 100,95% к объемам 2019 г. Объем экспорта лекарственных средств из Российской Федерации по итогам 2020 г. составил 1053 млн долл. США (Рисунок 6).

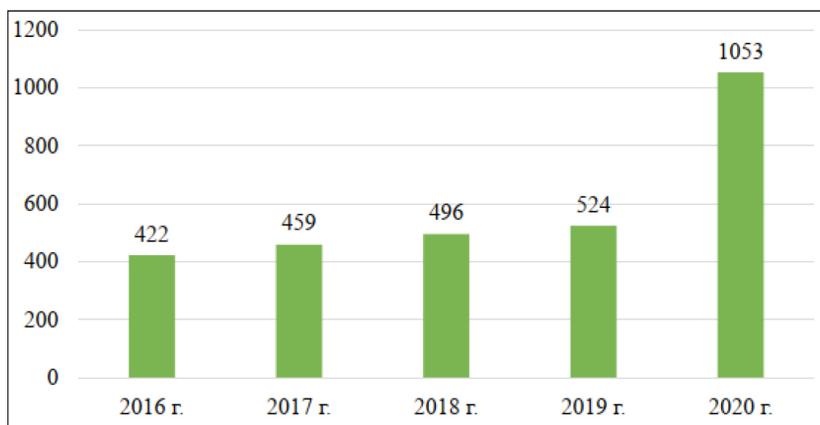


Рис. 6. Экспорт лекарственных средств из Российской Федерации, млн долл. США

Таким образом, рынок лекарственных средств в Российской Федерации является динамично развивающимся. Однако он характеризуется и высокой степенью импортозависимости. Российская Федерация в последние годы проводит активную политику импортозамещения, что способствует постепенному снижению доли импортируемых лекарствен-

ных средств. В тоже время доля импорта лекарств в стране остается достаточно высокой. Это требует от таможенных органов эффективной деятельности по противодействию незаконному обороту лекарственных средств [11].

Анализ экспорта лекарственных средств из Российской Федерации показал наличие значительных успехов российской фармацевтической промышленности в 2020 г. Экспорт отечественных лекарственных средств вырос более чем в 2 раза по сравнению с 2019 г. Значительным фактором развития российского экспорта лекарственных средств стала пандемия COVID-19. Российскими фармацевтами сделаны значительные успехи в разработке лечения данной инфекции новыми лекарствами и вакцины от нее, которые признаны на международном уровне.

Рассматривая основные вопросы внешнеторгового оборота лекарственных средств, можно констатировать, что основная проблема заключается в незаконном их обороте. Проблема незаконного оборота лекарственных средств остро стоит в Российской Федерации сегодня и ставит под угрозу безопасность страны, нанося экономический ущерб государству в виде недополучения таможенных платежей, а также несет потенциальную угрозу жизни и здоровью граждан страны.

Проблема незаконного оборота лекарственных средств с новой силой обострилась в связи с распространением на территории Российской Федерации новой коронавирусной инфекции. В страну стали поступать фальсифицированные лекарственные средства, предназначенные, якобы, для профилактики и лечения COVID-19.

Систематизация мер по борьбе с нелегальным трансграничным перемещением лекарственных средств

Учитывая значительную зависимость фармацевтического рынка Российской Федерации от импортируемых лекарственных средств, вопросы защиты от нелегально ввозимых лекарственных средств стоит остро. Главным государственным органом, осуществляющим деятельность по борьбе с нелегальным ввозом лекарственных средств в Российскую Федерацию, является ФТС России.

В качестве мер по борьбе с незаконным трансграничным перемещением лекарственных средств, реализуемых таможенными органами, выступает таможенный контроль. Таможенный контроль ввоза на территорию Российской Федерации лекарственных средств представляет собой совокупность мер, реализуемых должностными лицами таможенных органов,

в целях обеспечения соблюдения таможенного законодательства в части ввоза лекарственных средств.

Все лекарственные средства, ввозимые на территорию Российской Федерации, подлежат обязательной маркировке с 01.07.2020 г. Обязательная маркировка лекарственных средств в РФ была введена в целях снижения количества поддельных, некачественных и фальсифицированных лекарственных средств в аптечных сетях страны. В отношении лекарственных средств, которые не имеют соответствующей маркировки, в соответствии с законодательством Российской Федерации установлен запрет на ввоз.

Важным инструментом противодействия нелегальному обороту лекарственных средств является маркировка лекарственных средств. Её контроль осуществляют таможенные органы.

Маркировка лекарств средствами идентификации и введение системы прослеживаемости с использованием цифровых технологий позволяют создать современную цифровую систему маркировки, обеспечивающую безопасность товаров в обороте и исключить незаконный оборот фальсифицированных и контрафактных лекарственных средств [9].

Основными целями внедрения маркировки лекарственных препаратов идентификационными знаками являются противодействие незаконному производству, ввозу и обороту лекарственных препаратов на территории Российской Федерации, а также стандартизация и унификация процедур учета поставок и распределения лекарственных препаратов, в том числе закупаемых для государственных нужд.

Суть системы обязательной маркировки лекарственных средств сводится к тому, что при производстве или при импорте лекарств в РФ осуществляется обязательная маркировка данных товаров, которая позволяет отследить всю цепь событий, происходящих с товаром, от производства или ввоза товаров в РФ, до поступления их к конечному потребителю.

Иностраный производитель при производстве лекарственных средств осуществляет маркировку (либо импортер, если это не было сделано производителем), для чего в Государственный информационный центр (далее ГИС) предоставляются данные о лекарственных средствах, в ответ получают коды маркировки.

При поступлении маркированных лекарственных средств на границу таможенной территории данные маркировки проверяются должностными лицами ФТС России, после чего лекарства поступают в аптеки, которые также передают данные о проданных лекарственных средствах в ГИС, после чего лекарство выбывает из оборота. Цифровой код Data Matrix, ко-

торый наносится на упаковку, содержит информацию о производителе и движении товара от завода до аптеки или больницы. Ее обязаны наносить на упаковку лекарства производители и импортеры. Потребители товаров, в свою очередь, могут проверить подлинность лекарственного средства при помощи мобильного приложения «Честный ЗНАК» (Рисунок 7).

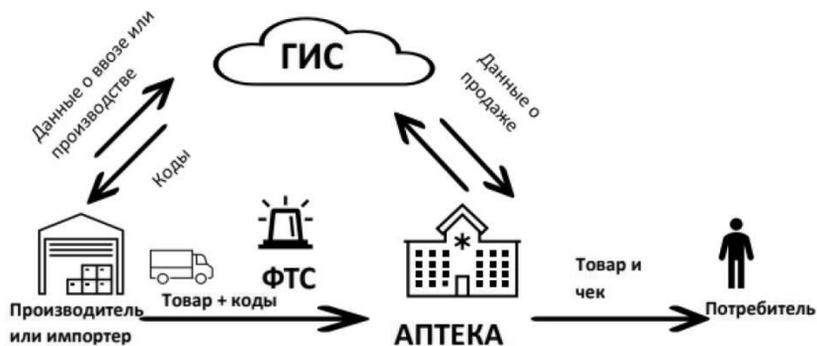


Рис. 7. Схема обязательной маркировки импортных лекарственных средств

Статьей 246 Федерального закона от 03.08.2018 г. № 289-ФЗ «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» за таможенными органами закреплена обязанность по проверке товаров, подлежащих обязательной маркировке.

В декларацию на товары сведения о кодах маркировки вносятся декларантом. Должностное лицо таможенного органа обрабатывает декларацию, в автоматическом режиме отправляется запрос в «Честный ЗНАК» с перечислением данных кодов маркировки. «Честный ЗНАК» в ответ передает информацию об атрибутивном составе: кто является владельцем товара, кто производил эмиссию кодов Data Matrix, в каком статусе находится код и так далее. Когда эти сведения поступают в таможенный орган, должностное лицо таможенного органа производит проверку: он может в ручном режиме сверить данные или же оформляется автовыпуск [12].

В случае выявления административного правонарушения или преступления выпуск товаров до завершения производства по делу об административном правонарушении (административного процесса) или завершения производства по уголовному делу производится таможенным

органом при условии, что такие товары не изъяты или на них не наложен арест в соответствии с законодательством государств-членов ЕАЭС.

Таким образом, таможенными органами отводится функция контроля маркировки лекарственных средств в целях недопущения нелегального поступления лекарственных средств, защиты фармацевтического рынка РФ от ввоза некачественных, фальсифицированных и поддельных лекарственных средств. Таможенными органами осуществляется проверка сведений, предоставленных декларантами, а также маркировки лекарственных средств, по итогам которой таможенными органами принимается решение о выпуске или отказе в выпуске лекарственных средств. При принятии решения об отказе в выпуске участнику ВЭД предоставлено право устранения выявленных нарушений и подать повторно сведения в единую автоматизированную информационную систему ФТС России в целях помещения товаров под таможенную процедуру. Анализ введения контроля таможенными органами ввозимых на территорию РФ лекарственных средств с проверкой маркировки позволяет отметить усиление контроля в части недопущения ввоза на территорию Российской Федерации некачественных, фальсифицированных и поддельных лекарственных средств.

Обсуждение

Несмотря на значительные усилия таможенной службы и других правоохранительных органов в сфере борьбы с незаконным оборотом лекарственных средств, существуют определенные проблемы в данной деятельности.

1) Отсутствие эффективного взаимодействия между таможенными органами и другими государственными органами посредством Государственной информационной системы мониторинга движения лекарственных препаратов (далее ФГИС МДЛП), а также между Автоматизированной информационной системой (далее АИС) Росздравнадзор и ФГИС МДЛП.

В настоящее время импортеры лекарственных средств самостоятельно передают информацию во ФГИС МДЛП о вводе лекарств в гражданский оборот. Это негативно сказывается на легальных поставках лекарственных средств, вызывая задержки в их поступлении в аптеки. Задержки в поставках лекарственных средств приводят к возникновению просрочек по договорам поставки и применению в отношении импортеров санкций [13].

Так, в настоящее время взаимодействие таможенных органов и сотрудников ФГИС МДЛП осуществляется посредством телефона горячей линии или переписки по электронной почте.

Такие способы требуют дополнительного времени для получения ответов должностными лицами таможенных органов на запросы во ФГИС МДЛП.

2) *Проблема реализации нелегальных лекарственных средств через интернет-магазины и пересылка их в почтовых отправлениях.* Данная проблема стоит достаточно остро. Таможенные органы предпринимают меры по выявлению и предотвращению пересылки таких отправок, а также по взаимодействию с правоохранительными органами в целях закрытия интернет-ресурсов, осуществляющих продажу нелегальных лекарств.

В тоже время с закрытием одних сайтов по продаже нелегальных лекарств преступники создают новые, причем появление таких сайтов носит стихийный характер. Отсутствие ответственности за создание подобного рода ресурсов, а не только за незаконный оборот лекарственных средств с использованием сети Интернет, значительно затрудняет борьбу с незаконным оборотом лекарственных средств посредством пересылки их в почтовых отправлениях, курьерскими службами и пр [16].

3) *Проблемы недостоверности декларирования лекарственных средств при их ввозе на территорию Российской Федерации,* она включает:

- занижение таможенной стоимости лекарственных средств;
- указание в декларации на товары не тех лекарственных средств, которые фактически подлежат трансграничному перемещению;
- неверное указание количества лекарственных средств.

Обозначенная проблема приводит к занижению таможенных платежей и недополучению доходов государственным бюджетом.

4) *Недостоверность декларирования в результате незнания и непонимания участниками ВЭД особенностей заполнения декларации на товары.* Отчасти это связано с незнанием и непониманием импортерами и декларантами особенностей заполнения деклараций при ввозе/вывозе лекарственных средств. Фактически в действиях таких правонарушителей отсутствует злой умысел, совершение правонарушения определено незнанием [20].

5) *Недостаточный уровень ответственности за подделку лекарственных средств.* Учитывая тот факт, что деятельность, связанная с незаконным оборотом лекарственных средств, представляет собой высокодоходный нелегальный бизнес, а вред, наносимый от этой деятельности, наносит ущерб государству, легальным производителям и рядовым потребителям, уровень ответственности предусмотренный действующими нормами КоАП РФ и УК РФ является недостаточным.

Отдельного внимания заслуживает тот факт, что в качестве дополнительного возможного вида наказания за совершение преступлений в сфере незаконного оборота лекарственных средств предусмотрено лишение права занимать определенные должности и заниматься определенной деятельностью [14]. Формулировка статьи 238.1 УК РФ предоставляет судам при рассмотрении данной категории дел по собственному усмотрению применять или не применять лишение права занимать определенные должности и заниматься определенной деятельностью.

б) Проблема повышенного риска большого числа импортеров лекарственных средств в Российскую Федерацию. Тысячи импортеров лекарственных средств в Российскую Федерацию, осуществляющие поставки более чем из 100 стран мира, создают определенные риски для рынка лекарственных средств Российской Федерации. Отсутствие законодательного ограничения потока импортеров лекарственных средств в Российскую Федерацию увеличивает риски нелегального ввоза лекарственных средств недобросовестными импортерами [10].

Таким образом, деятельность таможенных органов по противодействию незаконному обороту лекарственных средств в настоящее время сопряжена с наличием ряда проблем, в том числе: проблемы материально-технического обеспечения, неэффективности взаимодействия с государственными органами и структурами РФ и пр. Указанные проблемы способствуют снижению эффективности деятельности по выявлению и пресечению незаконного оборота лекарственных средств.

Заключение

Анализ рынка лекарственных средств в Российской Федерации позволил отметить высокую долю импортируемых лекарственных средств в Российскую Федерацию – более 60%. Российская Федерация на протяжении многих лет является нетто-импортером лекарственных средств, объем импорта составлял более 90% внешнеторгового оборота. В 2020 г. в связи с пандемией Российская Федерация значительно усилила свои позиции на мировом фармацевтическом рынке посредством завершения успешных разработок новых лекарственных средств и вакцины от COVID-19. Объем экспорта лекарственных средств из Российской Федерации вырос более чем в два раза в 2020 г. к 2019 г.

Увеличение экспорта и импорта лекарственных средств в Российской Федерации в 2020 г. требует от таможенных органов эффективного контроля за ввозимыми и вывозимыми лекарственными средствами.

В качестве наиболее значимого направления борьбы с незаконным оборотом лекарственных средств в Российской Федерации можно выделить введение их обязательной маркировки. Таможенными органами отведена важная роль – контроль соответствия маркировки ввозимых лекарственных средств, а также пост-таможенный контроль в течение трех лет после ввоза в оборот лекарственных средств.

В ходе анализа деятельности таможенных органов по противодействию нелегальному обороту лекарственных средств выявлены актуальные проблемы данной деятельности, среди которых:

- проблемы организационного взаимодействия должностных лиц таможенных органов и других государственных органов;
- проблемы недостоверности декларирования ввозимых/вывозимых лекарственных средств;
- проблемы недостаточной эффективности законодательного регулирования.

Для решения указанных проблем и повышения эффективности организации внешнеторгового оборота лекарственных средств в Российской Федерации предложены рекомендации, которые позволяют повысить эффективность по выявлению незаконного оборота лекарственных средств, а также будут способствовать снижению количества правонарушений и преступлений в данной сфере, в том числе:

- создание единой информационной системы взаимодействия между таможенными органами и иным государственными компетентным органам, осуществляющим деятельность по контролю за лекарственными средствами в Российской Федерации;
- ужесточение ответственности за продажу нелегальных лекарственных средств через интернет-магазины, а также введение ответственности за создание и продвижение интернет-ресурсов, осуществляющих нелегальную торговлю лекарственными средствами;
- ужесточение ответственности за недостоверное декларирование или недекларирование лекарственных средств;
- повышение уровня ответственности за подделку лекарственных средств;
- ограничение количества импортеров, имеющих право на ввоз на территорию Российской Федерации лекарственных средств.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Андреева, Е.Л. Компаративный анализ внешнеэкономического развития фармацевтического сектора в РФ и США / Е. Л. Андреева, Е. В. Сапир, Д. А. Карх, И. А. Карачев // Экономика региона. 2019. Т. 15, № 2. С. 576-589. <https://doi.org/10.17059/2019-2-20>
2. Афонин Д. Н. Запреты и ограничения внешнеэкономической деятельности при импорте лекарственных веществ в Российскую Федерацию // Бюллетень инновационных технологий. 2021. Т. 5, № 2(18). С. 20-28.
3. Глушко Е. К. Организационно-правовые основы управления в сфере торговли // Реформы и право. 2008. № 4. С. 5-14.
4. Комарова А. В. Стратегия импортозамещения как фактор повышения конкурентоспособности фармацевтических компаний / А. В. Комарова, А. М. Петров // Российский внешнеэкономический вестник. 2016. № 4. С. 51-62.
5. Коротеев А. В. Развитие нормативно-правовой базы государственного регулирования внешнеэкономической деятельности в сфере оборота лекарственных средств, предназначенных для медицинского применения // Реформы и право. 2011. № 1. С. 29-32.
6. Панаедова Г. И. Детерминанты и риски импорта высокотехнологичной фармацевтической продукции / Г. И. Панаедова, А. И. Бородин // Современная организация лекарственного обеспечения. 2020. Т. 7, № 1. С. 12-26. <https://doi.org/10.30809/solo.1.2020.2>
7. Панаедова Г. И. Логистические проблемы перемещения через таможенную границу лекарственных средств и фармацевтических субстанций в условиях пандемии / Г. И. Панаедова, Т. А. Кулаговская // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2020. № 4(79). С. 84-93. <https://doi.org/10.37493/2307-907X.2020.4.10>
8. Тимченко Т.Н. Оборот лекарственных средств в Российской Федерации: таможенный аспект / Т. Н. Тимченко, В. В. Тонконог, А. С. Погарская [и др.] // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2020. Т. 28, № 5. С. 803-809. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-s1-803-809>
9. Andriyanova A. A., Andriyanova L. S., Kornienko, M. V. The marketing study of medical services market: Factors and regional characteristics // Problemy Sotsial'noi Gigieny, Zdravookhraneniia i Istorii Meditsiny. 2020. Vol. 28(3). P. 480-485. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-3-480-485>
10. Alfarsi A., Caillet C., Fawbert G., Lawrence S., Krüse J., McSweeney S. Fitzpatrick, D. Sounding out falsified medicines from genuine medicines using

- broadband acoustic resonance dissolution spectroscopy (BARDS) // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90323-2>
11. Chaplenko A., Gildeeva G., Vlassov V. The entry lag of innovative drugs in Russia, 2010–2019 // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105052>
 12. Couture V., Drouin R., Moutquin J., Monnier P., Bouffard C. Reproductive outsourcing: An empirical ethics account of cross-border reproductive care in Canada // *Journal of Medical Ethics*. 2019. Vol. 45(1). P. 41-47. <https://doi.org/10.1136/medethics-2017-104515>
 13. Lee J.T., Hamid F., Pati S., Atun R., Millett C. Impact of noncommunicable disease multimorbidity on healthcare utilisation and out-of-pocket expenditures in middle-income countries: Cross sectional analysis // *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127199>
 14. Li X., Chen W., Simal-Gandara J., Georgiev M. I., Li H., Hu H., Wang S. West meets east: Open up a dialogue on phytomedicine // *Chinese Medicine (United Kingdom)*. 2021. Vol. 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13020-021-00467-6>
 15. Manturov D. V. Industrial policy in the pharmaceutical industry of the Russian Federation // *Ekonomicheskaya Politika*. 2018. Vol. 13(2). P. 64-77. <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2018-2-04>
 16. Perlman F., Balabanova D. Prescription for change: Accessing medication in transitional Russia // *Health Policy and Planning*. 2011. Vol. 26(6). P. 453-463. <https://doi.org/10.1093/heapol/czq082>
 17. Prasolov A. V., Kolbin A. S., Balykina Y. E. Optimization approach for estimating the required amount of pharmaceuticals in the Russian Federation // *Value in Health Regional Issues*. 2018. Vol. 16. P. 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2018.04.002>
 18. Putrya B. M. Some trends in the development of biotechnical and medical systems in the Russian Federation // *Biomedical Engineering*. 2021. Vol. 55(2). P. 149-152. <https://doi.org/10.1007/s10527-021-10090-2>
 19. Tonkonog V. V., Timchenko T. N., Pogarskaya A. S., Golovan T. V., Konfino K. V. Problems of regulatory and legal supply of drugs containing narcotic and psychotropic substances of overseas vessel. *Problemy Sotsial'Noi Gigieny // Zdravookhraneniia i Istorii Meditsiny*. 2021. Vol. 29 (Special Issue). P. 808-812. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-s1-808-812>
 20. Zakharchkina E. R., Rayisyan M. G., Bekhorashvili N., Garankina R. Y., Ryajemov V. V., Simonyan M. Uniform rules for registering medicinal products in the Eurasian economic union // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. Vol. 10 (5). P. 1045-1047.

References

1. Andreeva E. L., Sapir E. V., Karkh D. A., Karachev I. A. Komparativnyy analiz vneshneekonomicheskogo razvitiya farmatsevticheskogo sektora v RF i SSHA [Comparative analysis of foreign economic development of the pharmaceutical sector in the Russian Federation and the United States]. *Ekonomika regiona* [Economy of the region], 2019, vol. 15, no. 2, pp. 576-589. <https://doi.org/10.17059/2019-2-20>
2. Afonin D. N. Zaprety i ogranicheniya vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti pri importe lekarstvennykh veshchestv v Rossiyskuyu Federatsiyu [Prohibitions and restrictions on foreign economic activity when importing medicinal substances into the Russian Federation]. *Byulleten' innovatsionnykh tekhnologiy* [Bulletin of innovative technologies], 2021, vol. 5, no. 2(18), pp. 20-28.
3. Glushko Ye. K. Organizatsionno-pravovyye osnovy upravleniya v sfere torgovli [Organizational and legal foundations of management in the field of trade]. *Reformy i parvo* [Reforms and law], 2008, no. 4, pp. 5-14.
4. Komarova A. V., Petrov A.M. Strategiya importozameshcheniya kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti farmatsevticheskikh kompaniy [Strategy of import substitution as a factor in increasing the competitiveness of pharmaceutical companies]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskyy vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2016, no. 4, pp. 51-62.
5. Koroteyev A. V. Razvitiye normativno-pravovoy bazy gosudarstvennogo regulirovaniya vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti v sfere oborota lekarstvennykh sredstv, prednaznachennykh dlya meditsinskogo primeneniya [Development of the regulatory framework of state regulation of foreign economic activity in the sphere of circulation of medicines intended for medical use]. *Reformy i parvo* [Reforms and law], 2011, no. 1, pp. 29-32.
6. Panayedova G. I., Borodin A.I. Determinanty i riski importa vysokotekhnologichnoy farmatsevticheskoy produktsii [Determinants and risks of import of high-tech pharmaceutical products]. *Sovremennaya organizatsiya lekarstvennogo obespecheniya* [Modern organization of pharmaceutical supply], 2020, vol. 7, no. 1, pp. 12-26, <https://doi.org/10.30809/solo.1.2020.2>
7. Panayedova G. I., Kulagovskaya T.A. Logisticheskiye problemy peremeshcheniya cherez tamozhennuyu granitsu lekarstvennykh sredstv i farmatsevticheskikh substantsiy v usloviyakh pandemii [Logistic problems of moving medicines and pharmaceutical substances across the customs border in a pandemic]. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Bulletin of the North Caucasus Federal University], 2020, no. 4(79), pp. 84-93, <https://doi.org/10.37493/2307-907X.2020.4.10>

8. Timchenko, T.N., Tonkonog V.V., Pogarskaya A.S. Oborot lekarstvennykh sredstv v Rossiyskoy Federatsii: tamozhenny aspekt [The circulation of medicines in the Russian Federation: the customs aspect]. *Problemy sotsial'noy gigiyeny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny* [Problems of social hygiene, health care and history of medicine], 2020, vol. 28, no. 5, pp. 803-809. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-s1-803-809>
9. Andriyanova A. A., Andriyanova L. S., Kornienko, M. V. The marketing study of medical services market: Factors and regional characteristics. *Problemy Sotsial'Noi Gigiyeny, Zdravookhraneniia i Istorii Meditsiny*, 2020, vol. 28(3), pp. 480-485. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-3-480-485>
10. Alfarsi A., Caillet C., Fawbert G., Lawrence S., Krüse J., McSweeney S. Fitzpatrick, D. Sounding out falsified medicines from genuine medicines using broadband acoustic resonance dissolution spectroscopy (BARDS). *Scientific Reports*, 2021, vol. 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90323-2>
11. Chaplenko A., Gildeeva G., Vlassov V. The entry lag of innovative drugs in Russia, 2010–2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, vol. 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105052>
12. Couture V., Drouin R., Moutquin J., Monnier P., Bouffard C. Reproductive outsourcing: An empirical ethics account of cross-border reproductive care in Canada. *Journal of Medical Ethics*, 2019, vol. 45(1), pp. 41-47. <https://doi.org/10.1136/medethics-2017-104515>
13. Lee J.T., Hamid F., Pati S., Atun R., Millett C. Impact of noncommunicable disease multimorbidity on healthcare utilisation and out-of-pocket expenditures in middle-income countries: Cross sectional analysis. *PLoS ONE*, 2015, vol. 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127199>
14. Li X., Chen W., Simal-Gandara J., Georgiev M. I., Li H., Hu H., Wang S. West meets east: Open up a dialogue on phytomedicine. *Chinese Medicine (United Kingdom)*, 2021, vol. 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13020-021-00467-6>
15. Manturov D. V. Industrial policy in the pharmaceutical industry of the Russian Federation. *Ekonomicheskaya Politika*, 2018, vol. 13(2), pp. 64-77. <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2018-2-04>
16. Perlman F., Balabanova D. Prescription for change: Accessing medication in transitional Russia. *Health Policy and Planning*, 2011, vol. 26(6), pp. 453-463. <https://doi.org/10.1093/heapol/czq082>
17. Prasolov A. V., Kolbin A. S., Balykina Y. E. Optimization approach for estimating the required amount of pharmaceuticals in the Russian Federation. *Value in Health Regional Issues*, 2018, vol. 16, pp. 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2018.04.002>

18. Putrya B. M. Some trends in the development of biotechnical and medical systems in the Russian Federation. *Biomedical Engineering*, 2021, vol. 55(2), pp. 149-152. <https://doi.org/10.1007/s10527-021-10090-2>
19. Tonkonog V. V., Timchenko T. N., Pogarskaya A. S., Golovan T. V., Konfino K. V. Problems of regulatory and legal supply of drugs containing narcotic and psychotropic substances of overseas vessel. *Problemy Sotsial'Noi Gigieny. Zdravookhraneniia i Istorii Meditsiny*, 2021, vol. 29 (Special Issue), pp. 808-812. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-s1-808-812>
20. Zakharochkina E. R., Rayisyanyan M. G., Bekhorashvili N., Garankina R. Y., Ryajemov V. V., Simonyan M. Uniform rules for registering medicinal products in the Eurasian economic union. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, vol. 10 (5), pp. 1045-1047.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Аксенов Илья Антонович, кандидат экономических наук, доцент кафедры государственное право и управление таможенной деятельностью

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

*ул. Горького, 87, г. Владимир, 600000, Российская Федерация
il_aks@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Ilia A. Aksenov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of State Law and Management of Customs Activities
Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov

87, Gorky Str., Vladimir, 600000, Russian Federation

Il_aks@mail.ru

SPIN-code: 4145-4764

ORCID: 0000-0003-0541-327X

ResearcherID: O-6110-2017

Scopus Author ID: 57216752275

Поступила 21.09.2021

После рецензирования 28.09.2021

Принята 10.10.2021

Received 21.09.2021

Revised 28.09.2021

Accepted 10.10.2021

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-167-190

УДК 636

РАЗРАБОТКА МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

*Р.А. Шичиях, И.Н. Сычева,
И.Н. Черных, Е.С. Лебедева*

***Цель.** В статье на основе стратегического анализа животноводства разработана маркетинговая стратегия устойчивого развития предприятий АПК на уровне региона.*

***Материалы и методы.** В аналитической части произведен анализ развития животноводства в России и за рубежом. Дана оценка государственной поддержки отрасли на региональном уровне. Проведена сегментация рынка продукции мараловодческого комплекса, впервые проведена сегментация рынка мараловодческого комплекса Республики Алтай. Также разработана региональная маркетинговая стратегия развития отрасли.*

***Результаты.** Исследована сущность стратегического маркетинга как новой формы управления региональной экономикой. Обоснована необходимость применения инструментов стратегического маркетинга для адаптации предприятий АПК к требованиям рынка. Показана роль агромаркетинга в развитии сельского хозяйства. Маркетинговые коммуникации выделены как один из инструментов развития животноводства.*

***Заключение.** Определены региональные факторы, которые определяют развитие животноводства региона. Сформулирована маркетинговая стратегия для устойчивого развития мараловодческого комплекса Республики Алтай, применимая и для других регионов, где пантовое мараловодство играет значимую роль в региональной экономике.*

***Ключевые слова:** пантовое мараловодство; отраслевой подход; АПК; система индикаторов*

Для цитирования. Шичиях Р.А., Сычева И.Н., Черных И.Н., Лебедева Е.С. Разработка маркетинговой стратегии развития животноводства // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 167-190. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-167-190

MARKETING STRATEGY DEVELOPMENT FOR ANIMAL HUSBANDRY

*R.A. Shichiyakh, I.N. Sycheva,
I.N. Chernykh, E.S. Lebedeva*

Purpose. *In the article, it is a marketing strategy for the sustainable development of agricultural enterprises at the regional level that has been developed based on the strategic analysis of animal husbandry.*

Materials and methods. *The analytical part covers the development of animal husbandry in Russia and abroad as well as the assessment of the state support of the industry at the regional level. Segmentation of the market of the maral breeding complex products was carried out. It should be noted that this paper is the first to have covered the segmentation of the maral breeding complex market of the Altai Republic. Also, a regional marketing strategy for the development of the industry has been designed.*

Results. *The essence of strategic marketing as a new form of regional economy management has been studied. The necessity of using strategic marketing tools for adapting agro-industrial enterprises to the current market requirements has been substantiated. The role of agromarketing in the development of agriculture is shown. Marketing communications have been determined as one of the tools for the development of animal husbandry.*

Conclusion. *The article considers regional factors that determine the animal husbandry development in the region. A marketing strategy has been formulated for the sustainable development of the maral breeding complex of the Altai Republic, being applicable to other regions where velvet antler maral breeding plays a significant role in the regional economy.*

Keywords: *maral breeding; industry-oriented approach; agro-industrial complex; indicator system*

For citation. *Shichiyakh R.A., Sycheva I.N., Chernykh I.N., Lebedeva E.S. Marketing Strategy Development for Animal Husbandry. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 167-190. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-167-190*

Введение

Мараловодческая деятельность на территории Республики Алтай является визитной карточкой региона. Мараловодство или пантовое оленеводство – это уникальная отрасль сельского хозяйства, поставляющая такую

элитную дорогостоящую продукцию как панты марала за рубеж в такие страны Азии как Южная Корея, Китай, Гонконг, Тайвань и Япония. Пантовое оленеводство играло и играет важную роль для агропромышленного комплекса Республики Алтай. В экономически тяжелые 90-е годы благодаря мараловодству сельское хозяйство Республики Алтай было спасено. Однако, начиная с 2010 года наблюдается негативная стагнация состояния мараловодческого комплекса в Республике. Поэтому данная статья посвящена улучшению состоянию пантового оленеводства инструментами стратегического маркетинга.

Стратегический маркетинг мараловодческого комплекса Республики Алтай и, в целом России не был детально изучен ранее, в смежных направлениях развитие пантового оленеводства изучалось фрагментарно. В современных исследовательских работах по развитию мараловодства не уделяется практически ничего вопросам состояния и формирования маркетинговой стратегии. Совокупность вышеобозначенных факторов обусловила актуальность темы исследования.

Методология

Основная задача стратегического маркетинга заключается в том, чтобы нацелить социально-экономическую систему (предприятие, фирма, регион, муниципалитет, отрасль) использовать в полной мере экономические возможности. В основном следует использовать возможности, нацеленные на ресурсную базу и инновации, которые имеют потенциал к развитию и получению прибыли. [4; 12; 21; 16; 35].

Агропромышленный маркетинг - это «процесс организации и управления производством сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия для удовлетворения потребностей отдельных граждан, промышленной сферы и всего общества в целом» [1; 8; 11; 14].

Маркетинговые стратегии для мараловодческого комплекса имеют особенность, обусловленную специфичностью продукта данной подотрасли – пантов – начиная от получения, процесса консервации пантов и финальным продуктом, а также экспортом и импортом в разные страны, среди которых Южная Корея или Китай [3; 27; 28; 20; 36; 38].

В первую очередь, нужно отметить, что большая часть населения России не знает о лечебных свойствах пантов марала, которые являются элитной и высококачественной продукцией в целом. На данный момент, небольшое количество косметической, пищевой и фармацевтической продукции производится лишь с добавлением крови марала или специальных

настоек на консервированных пантах. Также в настоящее время большую популярность приобретают продукты натурального происхождения, к которым относятся и панты марала. Поэтому важно, чтобы люди, являясь конечными потребителями, знали о производстве пантов и их целебных свойствах, будучи информированными через телевизионную рекламу, статьи в наиболее читаемых газетах и журналах, СМИ, баннеры на автомагистралях и так далее [32; 34]. Такие действия будут иметь позитивный эффект на понимание людей о мараловодческой продукции, порождая спрос, и соответственно влиять на увеличение закупок фармацевтическими, пищевыми и косметическими производителями у мараловодческих организаций в долгосрочной перспективе [39; 40]. Таким образом, население будет выступать как конечным, так и непосредственным покупателем пантовой продукции.

К сожалению, в Республике Алтай проекция на развитие маркетинговых коммуникаций в мараловодческом комплексе практически отсутствует. Основная продукция мараловодческих ферм – панты – экспортируется в Южную Корею и Китай, так как панты имеют невысокую востребованность в России. Лишь небольшой процент консервированной продукции закупается фармацевтическими и косметическими производителями, например, как ЗАО «Эвалар» (г. Бийск), поэтому инструменты маркетинговой коммуникации, по мнению некоторых мараловодов, будут иметь незначительный успех.

Маркетинговые коммуникации являются комплексом воздействий, которые обеспечивают процесс движения товаров, ресурсов, финансовых средств и информационных потоков, с помощью которого достигаются рыночные цели социально-экономической системы и удовлетворяется потребительский спрос [17; 22; 29; 18].

Под системой маркетинговых коммуникаций понимается «единый комплекс внутренних и внешних связей социально-экономической системы, объединяющий участников, каналы и приемы коммуникаций, роль которой в современных условиях постоянно растет» [31].

Основными вехами маркетинговой коммуникации, которые необходимо рассмотреть в разрезе развития мараловодческого комплекса Республики Алтай будут PR (пиар) и реклама. [10; 19; 23; 37; 33; 41-44].

В первую очередь, нужно отметить, что большая часть населения России не знает о лечебных свойствах пантов марала, которые являются элитной и высококачественной продукцией в целом. На данный момент, небольшое количество косметической, пищевой и фармацевтической про-

дукции производится лишь с добавлением крови марала или специальных настоек на консервированных пантах. Также в настоящее время большую популярность приобретают продукты натурального происхождения, к которым относятся и панты марала. Поэтому важно, чтобы люди, являясь конечными потребителями, знали о производстве пантов и их целебных свойствах, будучи информированными через телевизионную рекламу, статьи в наиболее читаемых газетах и журналах, СМИ, баннеры на автомагистралях и так далее. Такие действия будут иметь позитивный эффект на понимание людей о мараловодческой продукции, порождая спрос, и соответственно влиять на увеличение закупок фармацевтическими, пищевыми и косметическими производителями у мараловодческих организаций в долгосрочной перспективе. Таким образом, население будет выступать как конечным, так и непосредственным покупателем пантовой продукции.

Результаты

Специализация Республики Алтай традиционно является животноводческим регионом. Здесь играют роль природно-климатические условия и других факторы, приводящие к тому, что объемы продукции животноводства будут существенно выше объемов продукции растениеводства.

В Республике Алтай по ведомственной отчетности конкретно разведением маралов занимается 76 хозяйств различных форм собственности с общим поголовьем 55,3 тыс. голов (СХО – 42,7 тыс. гол и КФХ – 12,6 тыс. гол.), хозяйства ежегодно производят около 40 тонн консервированных пантов.

Племенное животноводство в данной отрасли представлено в Республике Алтай восьмью племенными хозяйствами, в их числе выделяют четыре племенных завода: СПК ПЗ «Теньгинский»; СПК «Абайский»; ООО «Марал-Толусома»; ООО «Верхний Уймон». Также на территории Республики функционируют 4 племенных репродуктора: ООО «Нива»; ООО «Мараум-2»; АО «Кайтанак»; СПК «Талица», на которые приходится 18328 голов (33% от общего поголовья). По поголовью: маток 6563 голов, рогачей 6771 голова. Средний показатель Выход молодняка на 100 маток в среднем по группе племенных хозяйств – 76%.

Средняя пантовая продуктивность маралов рогачей по племенным хозяйствам республики составляет 6,8 кг, по товарным хозяйствам – 5,8 кг.

По результатам срезки пантов в 2020 году, лидером по средней пантовой продуктивности на 1 рогача является ООО «Марал-Толусома» Шебалинского района с результатом – 8,65 кг, и СПК ПЗ «Теньгинский» Онгудайского района – 8,5 кг.

Таблица 1.

Производство пантов за 2017-2020 годы

2017 год	2018 год	2019 год	2020 год
1. Пантов сырых – 104522 кг. 2. Пантов консервированных – 37055 кг.	1. Пантов сырых – 106015 кг. 2. Пантов консервированных – 37582 кг.	1. Пантов сырых 102687 кг. 2. Пантов консервированных – 36454кг.	1. Пантов сырых 117018 кг. 2. Пантов консервированных – 41424 кг

Рекордными средними показателями по продуктивности на одного перворожка стоит отметить хозяйство ООО «Марал-Толусома» Шебалинского района. Самая высокая пантовая продуктивность маралов-перворожек зафиксирована 2018 году и составила 4 кг 100 гр, а в 2019 году – 3 кг 600 гр.

Далее приведена таблица, показывающая динамику роста и понижения цен за килограмм консервированных пантов на период с 2014 по 2020 годы.

Таблица 2.

Стоимость консервированных пантов за 1 килограмм, идущих на экспорт (2014-2020 годы)

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Стоимость за 1 кг консервированных пантов в долларах США	280–300	300–320	320	370	340	350	340

Важно отметить стоимость общей продукции также определяется по качеству консервации. Обычно консервация пантов, произведенная согласно стандартам по качеству, всегда идет по самой высокой стоимости, а панты, уступающие по качеству по более низкой цене. По вышеуказанным показателям, сразу определяется нестабильная ценовая стоимость за один килограмм продукции, разнящаяся с 2014 года по 2020 в среднем на 30-40 долларов США, что составляет примерно 13-15% от стоимости, что имеет значительное влияние на продуктивность, рентабельность и доход мараловодческих организаций Республики Алтай.

С целью обеспечения требуемых темпов экономического роста в агропромышленном комплексе Республики Алтай утверждён ряд государственных программ [«О государственной поддержке агропромышленного комплекса Республики Алтай», «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», «О стратегии социально-экономического развития Ре-

спублики Алтай на период до 2035 года», «Об утверждении порядков государственной поддержки агропромышленного комплекса Республики Алтай и внесении изменений в некоторые постановления правительства Республики Алтай», Разработка Концепции развития агропромышленного комплекса Республики Алтай на 2016-2028 гг., Республика Алтай: туристический паспорт].

В таблице 3 представлено получение субсидий мараловодами на возмещение части затрат по наращиванию поголовья маралов.

Таблица 3.

Поголовье маралов в Республике Алтай и субсидии на возмещение части затрат по наращиванию поголовья маралов [5]

Показатель	2014 г	2015 г	2016 г	2017 г
Поголовье, гол.	44 112	47 939	48 536	41 819
Субсидии, тыс. руб.	18 468 237	29 722 220,00	27 665 520,00	16 164 618,01
на 1 голову, руб.	418,7	625,0	570,0	386,5

Как мы видим, субсидии предоставляются только на часть поголовья. Сама сумма субсидии менее 400 рублей за одну голову, что, конечно, очень мало. И даже эта цифра с 2015 года подлежит ежегодному уменьшению где-то на 25%.

Более того, мараловоды пострадали в глобальной пандемии из-за вируса COVID-19, так как было закрыто международное сообщение, а большинство пантов, как уже неоднократно отмечалось, идет на экспорт в Южную Корею и Китай. Также, мараловоды и оленеводы из разных стран планировали обсудить проблемы развития отрасли в 2020 году на VIII Международном конгрессе в Словакии, однако из-за пандемии форум был отменен.

Обобщим результаты проведенного выше стратегического анализа методами PEST-анализа и SWOT-анализа (табл. 4).

На основании проведенного анализа становится ясно, что отсутствует адекватная поддержка мараловодческой деятельности со стороны государства, а также краткосрочные субсидирования, не имеющие долгосрочный характер. Отсутствие грамотных работников и узкопрофильных специалистов создает стагнацию в процессе производства консервации пантов, а отсутствие адекватной ветеринарной помощи сказывается на здоровье маралов и соответственно на число поголовья.

Далее будет представлен SWOT-анализ мараловодческого комплекса Республики Алтай (табл. 5).

Таблица 4.

PEST-анализ мараловодческого комплекса Республики Алтай

Политические параметры (P)	Экономические параметры (E)
<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие программ на региональном уровне, направленных на улучшение позиций и поддержание мараловодческих предприятий. – Ограниченная государственная поддержка, имеющая локальный и не долгосрочный характер. – Отсутствие программ стимулирования переработку мараловодческой продукции. – Незаинтересованность со стороны государства в создании и развитии биофармацевтического и пищевого кластера на основе продукции мараловодческого комплекса. 	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие адекватной финансовой поддержки / субсидирования (меньше 500 рублей на одну голову марала). – Высокие налоги и арендная плата за использование государственным земельным фондом. – Нестабильный курс рубля по соотношению к доллару США и евро. – Отсутствие маркетинговой стратегии развития мараловодческого комплекса. – Высокая стоимость ветеринарных лекарственных средств.
Социальные (S)	Технологические (T)
<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие квалифицированных кадров на рынке, работниками маральников обычно люди без образования в области сельского хозяйства. – Незначительная информированность населения о пользе продукции пантового оленеводства для организма человека. – Отсутствие узких специалистов в области мараловодства. 	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие новых технологий консервирования пантов, инструментов для консервирования. – Отсутствие адекватной ветеринарной помощи.

На основе проведенных PEST- и SWOT-анализа ясно, что на данный момент состояние мараловодческого комплекса Республики Алтай находится в плачевном состоянии, поэтому основываясь на проведенном анализе, в третьей главе данной работы будут приведены способы разрешения данных проблем через формирование маркетинговой стратегии.

Следующей технологией представлены туристические услуги. Это обусловлено тем, что Республика Алтай развивается как регион с конкурентоспособным туристическим кластером и мараловодство также имеет высокий вклад в развитии данного направления. Например, пантовые ванны – это один из самых популярных запросов от туристов, посещающих Республику Алтай. Более того, некоторые из них приезжают специально ради принятия данных ванн, так как они обладают мощным оздоровительным эффектом. Пантовые ванны – это жидкость (вода), в которой варили панты как первый этап консервации. При варке в течение нескольких минут из места среза панта (гомель), вытекают капли крови, которые непосредственно окрашивают воду в красный цвет. Таким образом, при варке всех срезанных рогов по два-три раза, вода становится высококонцентрированной лечебной жидкостью, которую затем используют для пантовых ванн.

Таблица 5.

SWOT-анализ мараловодческого комплекса Республики Алтай

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> – Уникальная Алтае-Саянская порода маралов – эндемиков, считающаяся лучшим видом во всем мире. – Ручная техника консервирования пантов, где пантовар работает с каждым пантом по отдельности. – Сделки производятся в долларах США, где низкий курс рубля выигршно сказывается на общем доходе. 	<ul style="list-style-type: none"> – Изношенность основных фондов мараловодческих предприятий. – Ограниченные рынки сбыта мараловодческой продукции на внутрироссийском рынке. – Отсутствие маркетинговой площадки и схемы развития. – Отсутствие квалифицированных кадров. – Отсутствие регионального бренда / патента мараловодческой продукции. – Узкий список южнокорейской скушников пантов на территории Республики Алтай. – Отсутствие совместной схемы сбыта пантовой продукции и кооперации между мараловодами Республики Алтай.
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> – Расширение сбыта продукции на внутренний рынок, обусловленный давлением международных конкурентов и увеличением спроса на пантовую продукцию в России. – Создание биофармацевтического и пищевого кластера. – Развитие в республике оздоровительного туризма. – Формирование научных центров, занимающихся разработкой новой пантовой продукции. – Идеальные природно-климатические и ландшафтные условия для маралов. – Высококоцентрированные панты с мощным оздоровительным эффектом. – Использование интернет-ресурсов и социальных сетей на рекламу мараловодческой продукции. – Открытие международного терминала и таможенного поста в Горно-Алтайском аэропорту упростит и снизит расходы на перевозку пантов за рубеж. 	<ul style="list-style-type: none"> – Усиление позиций международных конкурентов. – Прекращение закупок республиканских пантов южнокорейскими экспортерами в пользу новозеландских пантов, которые ниже по стоимости. – Повышение арендной платы за использование лесов государственного фонда. – Отсутствие программ на региональном уровне, направленных на улучшение позиций и поддержание мараловодческих предприятий. – Незначительное субсидирование и отсутствие адекватных мер поддержки мараловодства Республики Алтай. – Нестабильный курс рубля по отношению к доллару США и евро. – Высокая стоимость техники, ремонта парков, ограждений, ветеринарных лекарств – Незнание жителей о полезности мараловодческой продукции. – Нет таможенного поста в Горно-Алтайском аэропорту для отправки грузов за рубеж.

В Республике Алтай данные процедуры оказываются туристическими базами, например, в Кош-Агачском районе – база отдыха «Кабарга» и туристическая база «Ак-Су» с собственным маральником. В Майминском районе принять целебную ванну можно в гостиничных комплексах «Лесотель» и «Золотые Пески», а также на туристических базах «Кызыл-Таш» и «Белый Камень». В Онгудайском районе лечение проводят Маральник

СЭБИ, Турбаза «Эзлик» с собственным маральником, турбаза «Кордон Тохтоновых» и туристический комплекс «АиЛ». В Улаганском районе пантовые ванны предлагает туристический комплекс «Кочевник» с экологическим направлением. В Усть-Коксинском районе работают туристические базы «Высотник» и «Тюнгур», туристический комплекс «Займка Камза», а также усадьба «Золотой жеребенок» и так далее.

Одним из популярных продуктов мараловодческого комплекса Республики Алтай среди туристов является мясо маралов. Мясо маралов известно своими диетическими характеристиками и уникальным редким вкусом, который хотят попробовать большинство посетителей Республики. Поэтому мясо закупается у мараловодов различными кафе и ресторанами, туристическими базами, лавками, оздоровительными комплексами, производителями колбасных изделий и так далее. Стоимость одного килограмма маралатины начинается от 700 рублей и выше. Также небольшой процент людей как жителей Республики с высоким доходом, а также туристов из других регионов со средней и высокой финансовой обеспеченностью, покупают маралатину непосредственно от самих мараловодов.

Следующая продукция – это шкуры маралов, которые могут использоваться как для создания различных изделий из кожи для продажи туристическими лавками или продаваться как отдельный предмет интерьера для дома.

Таким образом, автором были выделены 21 основных сегментов рынка продукции мараловодческого комплекса Республики Алтай. Стоит отметить, что ранее сегментацию рынка мараловодческого комплекса Республики Алтай никто не проводил. Главным сегментом выступают клиенты, представленные покупателями консервированных пантов Южной Кореи, Китая и Гонконга, от которых практически полностью зависят мараловоды Республики Алтай. Важно развивать новые направления сбыта консервированных пантов, например, на внутрироссийский рынок, таким образом, сокращая зависимость, например, от Южной Кореи, самого главного потребителя мараловодческой продукции. Более того, мараловодческая и оленеводческая деятельность должна получать серьезную финансовую поддержку со стороны государства. Как уже было сказано, годовая государственная поддержка в Республике Алтай в виде субсидий составляет менее 500 рублей на одну голову.

Разработки научно-исследовательского характера на современном этапе развития мараловодческой отрасли являются важнейшим прогрессом экономического роста и улучшения состояния мараловодческого комплекса Республики Алтай.

Также необходимо проработать над совместным брендингом мараловодства и Республики Алтай, например, «Марал Алтай», «Золотой Алтайский Марал» и т.п., так как Республика Алтай известна своими горными ландшафтами и природно-климатическими условиями, и затем оформить патентирование для будущего использования на всероссийском рынке как высококачественной мараловодческой продукции Республики Алтай. Это позволит сформировать требуемые каналы сбыта и производства продукции мараловодства на внутренний рынок, таким образом, помогая мараловодам Республики Алтай быть менее зависимыми от корейских закупщиков пантов.

Однако, Южная Корея будет оставаться на данный момент главным импортером пантовой продукции, составляя 13487,6 тыс. долларов США на 2019 год, что представляет 25,9% от общего экспорта Республики. Поэтому также нужно обратить внимание на улучшение процесса сбыта товара в данную страну. В Горно-Алтайском аэропорте функционирует авиа-грузоперевозки, выполняемые ООО «Астех Карго», однако, на данный момент отсутствует таможенное оформление, что необходимо для перевозки любой продукции, отправляемой на экспорт, поэтому товар на экспорт отправляется из города Барнаул. Поэтому для этого необходимо оказывать субсидирование авиационных отправок до крупного аэропорта с аэропорта города Горно-Алтайск, пока в аэропорту Республики не построили международный терминал, который упростит отправку грузов для экспортеров Республики в будущем.

Далее важно перейти непосредственно к инструментам маркетинга и их использованию к сегментам, сформированным ранее (табл. 6), мараловодческого комплекса с целью повышения эффективности сбыта и представить в виде таблицы.

Для того, чтобы улучшить сбыт товара в каждом сегменте, важно повысить качество рекламы продукции, например, пантогематогена, по местному телеканалу с рекламным клипом, выпустить буклеты о мараловодческом хозяйстве и его продукции, рекламировать товары, используя рекламные щиты на автомагистралях, и выступая спонсорами на различных конкурсах, где будут участвовать потенциальные покупатели данной продукции. Для примера можно привести спортивные соревнования с разными возрастными группами от 35 лет, где участники будут пользоваться пантогематогеном для восполнения своих физических силовых ресурсов после соревнований, а также приложить буклеты с другой продукцией мараловодческого хозяйства.

Таблица 6.

Сегменты мараловодческого рынка и маркетинговые меры

Сегмент	Маркетинговые меры
1-4 Консервированные панты на экспорт	<ul style="list-style-type: none"> – Субсидирование авиаперевозок; – Расширение интернет-торговли; – Государственная поддержка предприятий для участия в выставках, ярмарках; – Создание международного патентованного бренда мараловодческой деятельности Республики Алтай и т.д.
5-8 Консервированные панты на внутрисибирский рынок	<ul style="list-style-type: none"> – Создание биофармацевтического кластера; – Создание бренда патентованного бренда мараловодческой продукции Республики Алтай; – Установление связей с фармацевтическими, косметическими и пищевыми производителями; – Установления связей с туристическими и оздоровительными санаторно-курортными учреждениями; – PR-компания о пользе консервированных пантов через интернет-ресурсы; – Участие и организация ярмарок с целью информирования о пользе пантов.
9, 10 БАДы (пантогематогены жидкие, бальзамы, мед с добавками, настойки, витамины в капсулах и т.д.)	<ul style="list-style-type: none"> – Создание бренда патентованного бренда мараловодческой продукции Республики Алтай; – Создание биофармацевтического кластера; – Установление научного центра / институтов, занимающихся исследованием и созданием новых лекарств, оздоровительной продукции на основе пантов – PR-компания о пользе консервированных пантов через интернет-ресурсы и популярных социальных сетей для рекламы пантовой продукции на внутрисибирском рынке; – Участие на различных ярмарках внутри и за пределами региона, а также выступления на спортивных соревнованиях как спонсоры для экспозиции продукции.
11-16 Туристические услуги	<ul style="list-style-type: none"> – Установления связей с туристическими и оздоровительными санаторно-курортными учреждениями; – PR-компания о пользе консервированных пантов и пантовых ванн через интернет-ресурсы; – Участие и организация ярмарок за пределами региона с целью информирования о пользе пантовой продукции и пантовых ванн.
17-21 Прочая мараловодческая продукция	<ul style="list-style-type: none"> – Установление связей с мясными лавками, комбинатами, магазинами, кафе и ресторанами для сбыта мяса; – PR-компания о пользе низкокалорийного и диетического мяса маралов; – А также возможность продажи мяса непосредственно физическим лицам; – Продажа шкур переработчикам шкур и туристическим лавкам для изготовления различных кожаных изделий.

Также важно выступать в рекламных целях на конференциях, семинарах и ярмарках с экспозицией продукции, где будет проводиться дегустация различной мараловодческой продукции для всех категорий населения.

К сожалению, в России большая часть населения не знает о полезности продукции из пантов, поэтому важно использовать также ресурсы интернета для маркетинга пантовой продукции.

Заключение

1. На сегодняшний день, стратегический маркетинг является эффективным рычагом управления рыночной экономикой, которая необходима для органов государственной власти, например, для Министерства сельского хозяйства, в том числе для развития мараловодческого комплекса в Республике Алтай, который будет нацелено работать над улучшением состояния и развития мараловодства в регионе.
2. Маркетинг устремлен целевую ориентацию и комплексность. При применении этих мер нужно учитывать специфичность продукции мараловодства – пантов – начиная от получения, процесса консервации пантов и финальным продуктом, а также экспортом и импортом в разные страны, такие как Южная Корея или Китай.
3. Поэтому очень важно, чтобы мараловодческая отрасль поддерживалась государством не только предоставлением субсидий, но и через развитие агромаркетинга, так как при ограниченности рынка сбыта продукции, данная отрасль полностью зависит от зарубежных потребителей.
4. Историческая направленность мараловодческих хозяйств на экспорт своей продукции в азиатские страны обусловило отрицательную тенденцию, так как эффективность производства пантового сырья связана с экспортерами, а не связана с мараловодами. Данная ситуация объясняется тем, что внутри страны нет сбыта продукции мараловодства, в государственная поддержка сформирована на короткий промежуток времени и не ориентирована на развитие сырьевой направленности мараловодства внутри страны, что в перспективе усугубляет зависимость мараловодов от иностранных рынков. Поэтому необходима разработка маркетинговой стратегии отрасли мараловодства, ориентированная на развитие внутреннего рынка сбыта.
5. Пантовое мараловодство остается визитной карточкой животноводства Республики Алтай, а также составляющей частью развивающегося туристического региона с чистой и нетронутой природой. Важно развивать продукцию мараловодства для продажи посетите-

лей Республики вместе с развитием туризма региона, а также увеличить сбыт консервированных пантов на внутреннем российском рынке для производства косметических, биофармацевтических и пищевых продуктов.

6. Нам представляется четкое понимание о негативной стагнации мараловодства в Республике Алтай, которая в последствии будет иметь печальные последствия для мараловодов, если данная отрасль не будет активно поддерживаться государством.
7. Поэтому предлагается несколько мероприятий, таких как разработка маркетинговой стратегии развития отрасли мараловодства, в основе которой лежит проектирование и финансирование высокотехнологичных производств по промышленной переработке пантового сырья, и активная государственная поддержка и направленность на использование сырья на внутреннем рынке страны, а не полная ориентированность на экспорт.
8. Для разработки маркетинговой стратегии автором были выделены 21 основных сегментов рынка продукции мараловодческого комплекса Республики Алтай. Главным сегментом выступают клиенты, представленные покупателями консервированных пантов Южной Кореи, Китая и Гонконга, от которых практически полностью зависят мараловоды Республики Алтай. Важно развивать новые направления сбыта консервированных пантов, например, на внутрироссийский рынок, таким образом, сокращая зависимость, например, от Южной Кореи, самого главного скупщика мараловодческой продукции. Более того, мараловодческая и оленеводческая деятельность должна получать серьезную финансовую поддержку со стороны государства. На данный момент, годовая государственная поддержка в Республике Алтай в виде субсидий составляет менее 500 рублей на одну голову.
9. Другой важной группой потребителей продукции мараловодства являются производители БАДов. Основными потребителями являются фармацевтические и косметические производители, создающие продукцию для двух основных сегментов. Однако, закупаемый ими объем пантов составляет лишь небольшую часть всего объема продукции, производимой мараловодческими фермами. Также был учтен такой рынок, активно развивающийся в Республике Алтай, как потребители туристских услуг, у которого востребованы пантовые ванны и мясо марала.

10. Развитие мараловодческого комплекса в Республике Алтай требует системности в построении полного цикла производства пантосо-державшей продукции в Республике Алтай. Отсутствие поддержки задерживает сырьевую направленность и усиливает зависимость от иностранных потребителей и внешних рынков, что в перспективе негативно скажется на общеэкономическом состоянии подотрасли пантового оленеводства и экономики сельских территорий Республики Алтай.

Список литературы

1. Агромаркетинг и его особенности в АПК/ Topknowledge.ru // Экономика и менеджмент. Статьи и учебные материалы. URL: <http://topknowledge.ru/market/3850-agromarketing-i-ego-osobennosti-v-apk.html> (дата обращения: 30.09.2021).
2. Внешнеэкономическая деятельность / Правительство Республики Алтай. Горно-Алтайск, 2020. URL: https://www.altai-republic.ru/economy_finances/foreign-economic-activity/economic-activity.php (дата обращения: 22.02.2021).
3. Глотко А. В. Состояние и перспективы развития пантового мараловодства в Республике Алтай / А.В. Глотко, Л.В. Ершова // Экономика и Бизнес. Горно-Алтайск, 2018. С. 58-63.
4. Гренроос К. Связь логики оказания услуг и теории маркетинга // Маркетинг услуг. Москва: Издательский дом Гребенников. 2009. № 1. С. 2–12.
5. Ершова Л.В. Государственная поддержка пантового оленеводства в Республике Алтай // Управление регионом: тенденции, закономерности, проблемы: сборник научных трудов. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2018. Часть 1. С. 126-137.
6. Ершова Л.В. Пантовое оленеводство на пути лидера роста сельскохозяйственного производства Республики Алтай // Вестник алтайской академии экономики и права. Барнаул, 2019. № 9. С. 41-51.
7. Ершова Л.В. Развитие ресурсной базы пантового оленеводства в Республике Алтай: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Новосибирск, 2019. 204 с.
8. Жигулина Н.С. Агромаркетинг: сущность, особенности и направления развития / Н. С. Жигулина, Л. А. Ефимова // Молодой ученый. Казань: ООО Молодой ученый. 2019. №44. С. 376-379.
9. Закон Республики Алтай «О государственной поддержке агропромышленного комплекса Республики Алтай» (с изменениями на 13 июня 2018 года)

- от 25 июня 2003 года № 12-34. URL: <http://docs.cntd.ru/document/802005827> (дата обращения: 10.12.2020).
10. Зивере А. Как потребители меняют индустрию биологически активных добавок. // Ведомости, 2020. URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2020/11/16/846805-potrebiteli-menyayut> (дата обращения: 23.02.2021).
 11. Иванова Н.В. Развитие интегрированных маркетинговых коммуникаций в АПК // Вестник Алтайского государственного университета. 2011. № 10 (84). С. 108-113.
 12. Карпова С.В. Маркетинг: теория и практика: учебное пособие для бакалавров. Москва: Издательство Юрайт, 2019. 408 с.
 13. Климат // Официальный сайт Республики Алтай. Горно-Алтайск, 2019. URL: <https://altai-republic.ru/about-the-region/climate/> (дата обращения: 06.01.2021).
 14. Козлова Н.В., Петимко А.М. Агромаркетинг как инструмент повышения экономической устойчивости предприятий АПК России // Экономический Вектор. 2020. № 1 (20). С. 80-86.
 15. Котлер Ф. Маркетинг 4.0. Разворот от традиционного к цифровому. Технологии продвижения в интернете. Москва: Эксмо, 2017. 180 с.
 16. Котлер Ф. Основы Маркетинга. Краткий курс. Москва: Вильямс, 2007. 656 с.
 17. Кудинова Н. В. Развитие маркетинговых коммуникаций хозяйствующих субъектов хлебопекарной отрасли (на материалах Псковской области): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Санкт-Петербург, 2012. 205 с.
 18. Мадейски М. Оленеводство в России // Официальный сайт Ассоциации оленеводов России. URL: <http://www.dba.org.ru/novosti-2> (дата обращения 06.01.2021).
 19. Марал-Асохра / ООО «МАРАЛ-АСОХРА». Горно-Алтайск. URL: <http://asohra.ru/> (дата обращения 06.01.2020).
 20. Межов С.И. Рынок пантового оленеводства: анализ и тенденции / С. И. Межов, А.Ю. Тарасова, Е.В. Рудой, Т.А. Афанасьева, Д.М. Слобожанин // Международный сельскохозяйственный журнал. Москва, 2019. № 2. С. 52-57.
 21. Моисеева Н. К. Стратегическое управление туристской фирмой. Москва: Финансы и статистика, 2007. 230 с.
 22. ООО «Биостимул» : сайт. Майма. URL: <https://biostimul-altay.ru> (дата обращения 02.02.2021).

23. Пантовые Ванны на Алтае / ООО «Сибирь-Алтай»: сайт. Новосибирск. URL: <https://www.sibalt.ru/info-gornyj-altai/771-pantovye-vanny-na-altae> (дата обращения: 02.02.2021).
24. Постановление Правительства Республики Алтай «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» от 28 сентября 2012 года № 242 (с изменениями на 14 августа 2020 года). URL: <http://docs.cntd.ru/document/473313505> (дата обращения: 12.12.2020).
25. Постановление Правительства Республики Алтай от 13 марта 2018 года № 60 «О стратегии социально-экономического развития Республики Алтай на период до 2035 года». URL: https://altai-republic.ru/economy_finances/strategy-of-social-economic/ (дата обращения: 13.12.2020).
26. Постановление Правительства Республики Алтай от 18.02.2020 № 41 «Об утверждении порядков государственной поддержки агропромышленного комплекса Республики Алтай и внесении изменений в некоторые постановления правительства Республики Алтай» (в ред. от 27.08.2020 № 285). URL: <http://www.gp.specagro.ru/region/document/id/3528589/day/12/month/11/year/2020> (дата обращения: 12.12.2020).
27. Попова И.С. Маркетинговые исследования по организации производства и продвижению на рынок лекарственных средств и биологически активных добавок на основе продуктов пантового оленеводства (в условиях алтайского биофармацевтического кластера) : диссертация на соискание ученой степени кандидата фармацевтических наук. Пермь, 2018. 210 с.
28. Попова М.В. Консервирование и переработка второстепенной продукции пантового оленеводства: диссертация на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук. Барнаул, 2006. 134 с.
29. Отдел «Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства» / Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства. Барнаул, 2018. URL: <http://altniish.ru/otdel-vserossiyskiy-nauchno-issledovatel'skiy-institut-pantovogo-olenevodstva> (дата обращения: 06.01.2021)
30. Разработка Концепции развития агропромышленного комплекса Республики Алтай на 2016-2028 гг. / Министерство сельского хозяйства // Промежуточный отчет по НИР. Горно-Алтайск, 2015. 90 с.
31. Цветкова Н. В. Современные подходы к комплексу маркетинговых коммуникаций на предприятиях сферы услуг // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. Волгоград: ВСЭД, 2010. № 2. С. 32.
32. Andrianova E.G., Golovin S.A., Zykov S.V., Lesko S.A., Chukalina E.R. Review of modern models and methods of analysis of time series of dynamics of processes

- in social, economic and socio-technical systems // Russian Technological Journal. 2020. Vol. 8(4). P. 7-45. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4-7-45>
33. Belousova M., Aleshko R., Zakieva R., Karabasheva M., Gorovoy S., Kozhemov S. Development of equipment management system with monitoring of working characteristics of technological processes // Journal of Applied Engineering Science. 2021. Vol. 19(1). P. 186-192. <https://doi.org/10.5937/jaes0-28855>
 34. Dudukalov E.V., Spabekov G.O., Kashirskaya L.V., Sevbitov A.V., Voronkova O.Yu., Vasyutkina L.V. Fiscal Goals of Regulating the Activities of the Institute of Controlled Foreign Companies in the Digital Economy // Entrepreneurship and Sustainability Issues. 2020. Vol. 8(2). P. 972-983. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2\(59\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2(59))
 35. Hilkevics S., Semakina V. The classification and comparison of business ratios analysis methods // Insights into Regional Development. 2019. Vol. 1(1). P. 48-57. [https://doi.org/10.9770/ird.2019.1.1\(4\)](https://doi.org/10.9770/ird.2019.1.1(4))
 36. Goryushkina, N. Y. “Start All Business from the Beginning”: N.S. Mordvinov – Theorist of the Excise System for Tax Collection from Alcohol // Bylye Gody. 2021. Vol. 16(2). P. 527-534. <https://doi.org/10.13187/bg.2021.2.527>
 37. Glotko A. V., Sycheva I. N., Dunets A. N., Kolupaev A. A., Makarov A. N., Anikienko N. N. Development of the regional agriculture through the cluster approach in Russian Federation // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9(11). P. 1156-1168.
 38. Kolupaev A. A., Redkin A. G., Voinova N. E., Karabasheva M. R., Rzayev A. Y., Makhanova T. A. Main attributes of tourism transportation infrastructure formation // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9(12). P. 1185-1197.
 39. Krasnyanskaya O.V., Mandych I.A. Management of marketing potential of the company // Russian Technological Journal. 2018. Vol. 6(1). P. 63-72. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2018-6-1-63-72>
 40. Mandych I.A., Bykova A.V. Difficulties and prospects for the development of high-tech projects in the epoch of digital transformation of economy // Russian Technological Journal. 2021. Vol. 9(2). P. 88-95. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2021-9-2-88-95>
 41. Mandych I.A., Bykova A.V. Trends in innovation and investment development of high-tech enterprises // Russian Technological Journal. 2019. Vol. 7(5). P. 79-92. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2019-7-5-79-92>
 42. Pogosyan V. Change and variability of phenomena in complex social systems // Wisdom. 2019. Vol. 13(2). P. 95-103. <https://doi.org/10.24234/WISDOM.V13I2.276>

43. Yemelyanov V. A., Nedelkin A. A., Olenev L. An Object-Oriented Design of Expert System Software for Evaluating the Maintenance of Lined Equipment // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). 2019. P. 1-4. <https://doi.org/10.1109/FarEastCon.2019.8934414>
44. Voityuk I. N., Ivanchenko D. I., Khomyakov K. A. Hardware and software systems for rock quality control on conveyor belt // Gornyi Zhurnal. 2020. No. 5. P. 67-71. <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.05.12>

References

1. *Ekonomika i menedzhment. Stat'i i uchebnye materialy* [Economics and management. Articles and training materials]. <http://topknowledge.ru/market/3850-agromarketing-i-ego-osobennosti-v-apk.html>
2. Foreign economic activity / Government of the Republic of Altai. Gorno-Altaysk, 2020. https://www.altai-republic.ru/economy_finances/foreign-economic-activity/economic-activity.php
3. Glotko A. V., Ershova L.V. *Ekonomika i Biznes*. Gorno-Altaysk, 2018, pp. 58-63.
4. Grenroos K. *Marketing uslug*. Moscow: Izdatel'skiy dom Grebennikov. 2009, no. 1, pp. 2–12.
5. Ershova L.V. *Upravlenie regionom: tendentsii, zakonomernosti, problemy: sbornik nauchnykh trudov* [Management of the region: trends, patterns, problems: a collection of scientific papers]. Gorno-Altaysk: RIO GAGU, 2018. part 1, pp. 126-137.
6. Ershova L.V. *Vestnik altayskoy akademii ekonomiki i prava*. Barnaul, 2019, no. 9, pp. 41-51.
7. Ershova L.V. *Razvitie resursnoy bazy pantovogo olenevodstva v Respublike Altay: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk* [Development of the resource base of antler reindeer breeding in the Altai Republic: dissertation for the degree of candidate of economic sciences]. Novosibirsk, 2019. 204 s.
8. Zhigulina N.S., Efimova L.A. *Molodoy uchenyy*. Kazan': OOO Molodoy uchenyy, 2019, no. 44, pp. 376-379.
9. Law of the Republic of Altai “On State Support for the Agro-Industrial Complex of the Republic of Altai” (as amended on June 13, 2018) dated June 25, 2003 No. 12-34. <http://docs.cntd.ru/document/802005827>
10. Zivere A. Kak potrebiteli menyayut industriyu biologicheskii aktivnykh dobavok [How consumers are changing the dietary supplement industry]. *Vedomosti*,

2020. <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2020/11/16/846805-potrebiteli-menyayut>
11. Ivanova N.V. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 10 (84), pp. 108-113.
 12. Karpova S.V. *Marketing: teoriya i praktika: uchebnoe posobie dlya bakalavrov* [Marketing: theory and practice: textbook for bachelors]. Moscow: Izdatel'stvo Yurayt, 2019, 408 p.
 13. Climate. Official website of the Republic of Altai. Gorno-Altaysk, 2019. <https://altai-republic.ru/about-the-region/climate/>
 14. Kozlova N.V., Petimko A.M. *Ekonomicheskiy Vektor*; 2020, no. 1 (20). pp. 80-86.
 15. Kotler F. *Marketing 4.0. Razvorot ot traditsionnogo k tsifrovomu. Tekhnologii prodvizheniya v internete* [Marketing 4.0. A pivot from traditional to digital. Internet promotion technologies]. Moscow: Eksmo, 2017, 180 p.
 16. Kotler F. *Osnovy Marketinga. Kratkiy kurs* [Fundamentals of Marketing. Short course]. Moscow: Vil'yams, 2007, 656 p.
 17. Kudinova N. V. *Razvitie marketingovykh kommunikatsiy khozyaystvuyushchikh sub"ektov khlebopekarnoy otrasli (na materialakh Pskovskoy oblasti): dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk* [The development of marketing communications of business entities in the baking industry (on the materials of the Pskov region): dissertation for the degree of candidate of economic sciences]. St. Petersburg, 2012, 205 p.
 18. Madejski M. Reindeer breeding in Russia // Official site of the Association of reindeer herders of Russia. <http://www.dba.org.ru/novosti-2>
 19. Maral-Asohra / "MARAL-ASOHRA" LLC. Gorno-Altaysk. <http://asohra.ru/>
 20. Mezhov S.I., Tarasova A. Yu., Rudoy E.V., Afanas'eva T.A., Slobozhanin D.M. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. Moscow, 2019, no. 2, pp. 52-57.
 21. Moiseeva N. K. *Strategicheskoe upravlenie turistskoy firmoy* [Strategic management of a tourist company]. Moscow: Finansy i statistika, 2007, 230 p.
 22. Biostimul LLC: site. Mayma. <https://biostimul-altay.ru>
 23. *Pantovye Vanny na Altae* [Antler Baths in Altai] / Siberia-Altai LLC: website. Novosibirsk. <https://www.sibalt.ru/info-gornyj-altai/771-pantovye-vanny-na-altae>
 24. Decree of the Government of the Republic of Altai "Development of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets" dated September 28, 2012 No. 242 (as amended on August 14, 2020). <http://docs.cntd.ru/document/473313505>

25. Decree of the Government of the Republic of Altai dated March 13, 2018 No. 60 “On the strategy for the socio-economic development of the Republic of Altai for the period up to 2035”. https://altai-republic.ru/economy_finances/strategy-of-social-economic/
26. Decree of the Government of the Republic of Altai dated February 18, 2020 No. 41 “On approval of the procedures for state support of the agro-industrial complex of the Altai Republic and amendments to some decrees of the Government of the Altai Republic” (as amended on August 27, 2020 No. 285). <http://www.gp.specagro.ru/region/document/id/3528589/day/12/month/11/year/2020>
27. Popova I.S. *Marketingovye issledovaniya po organizatsii proizvodstva i prodvizheniyu na rynek lekarstvennykh sredstv i biologicheskii aktivnykh dobavok na osnove produktov pantovogo olenevodstva (v usloviyakh altayskogo biofarmatsevticheskogo klastera) : dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata farmatsevticheskikh nauk* [Marketing research on the organization of production and promotion on the market of medicines and dietary supplements based on products of antler reindeer breeding (in the conditions of the Altai biopharmaceutical cluster): a dissertation for the degree of candidate of pharmaceutical sciences]. Perm, 2018, 210 p.
28. Popova M.V. *Konservirovanie i pererabotka vtorostепенной продукции pantovogo olenevodstva: dissertatsiya na soiskanie stepeni kandidata sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Canning and processing of secondary products of antler reindeer breeding: thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences]. Barnaul, 2006, 134 p.
29. Department “All-Russian Research Institute of Antler Reindeer Breeding”. Barnaul, 2018. <http://altmiish.ru/otdel-vserossiyskiy-nauchno-issledovatel'skiy-institut-pantovogo-olenevodstva>
30. Development of the Concept for the development of the agro-industrial complex of the Altai Republic for 2016-2028. Ministry of Agriculture. Interim report on research. Gorno-Altaysk, 2015, 90 p.
31. Tsvetkova N. V. *Vestnik assotsiatsii vuzov turizma i servisa*. Volgograd: VSED, 2010, no. 2, p. 32.
32. Andrianova E.G., Golovin S.A., Zykov S.V., Lesko S.A., Chukalina E.R. Review of modern models and methods of analysis of time series of dynamics of processes in social, economic and socio-technical systems. *Russian Technological Journal*, 2020, vol. 8(4), pp. 7-45. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4-7-45>
33. Belousova M., Aleshko R., Zakieva R., Karabasheva M., Gorovoy S., Kozhemov S. Development of equipment management system with monitoring of working

- characteristics of technological processes. *Journal of Applied Engineering Science*, 2021, vol. 19(1), pp. 186-192. <https://doi.org/10.5937/jaes0-28855>
34. Dudukalov E.V., Spabekov G.O., Kashirskaya L.V., Sevbitov A.V., Voronkova O.Yu., Vasyutkina L.V. Fiscal Goals of Regulating the Activities of the Institute of Controlled Foreign Companies in the Digital Economy. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2020, vol. 8(2), pp. 972-983. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2\(59\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2(59))
 35. Hilkevics S., Semakina V. The classification and comparison of business ratios analysis methods. *Insights into Regional Development*, 2019, vol. 1(1), pp. 48-57. [https://doi.org/10.9770/ird.2019.1.1\(4\)](https://doi.org/10.9770/ird.2019.1.1(4))
 36. Goryushkina, N. Y. “Start All Business from the Beginning”: N.S. Mordvinov – Theorist of the Excise System for Tax Collection from Alcohol. *Bylye Gody*, 2021, vol. 16(2), pp. 527-534. <https://doi.org/10.13187/bg.2021.2.527>
 37. Glotko A. V., Sycheva I. N., Dunets A. N., Kolupaev A. A., Makarov A. N., Anikienko N. N. Development of the regional agriculture through the cluster approach in Russian Federation. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2018, vol. 9(11), pp. 1156-1168.
 38. Kolupaev A. A., Redkin A. G., Voinova N. E., Karabasheva M. R., Rzayev A. Y., Makhanova T. A. Main attributes of tourism transportation infrastructure formation. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2018, vol. 9(12), pp. 1185-1197.
 39. Krasnyanskaya O.V., Mandych I.A. Management of marketing potential of the company. *Russian Technological Journal*, 2018, vol. 6(1), pp. 63-72. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2018-6-1-63-72>
 40. Mandych I.A., Bykova A.V. Difficulties and prospects for the development of high-tech projects in the epoch of digital transformation of economy. *Russian Technological Journal*, 2021, vol. 9(2), pp. 88-95. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2021-9-2-88-95>
 41. Mandych I.A., Bykova A.V. Trends in innovation and investment development of high-tech enterprises. *Russian Technological Journal*, 2019, vol. 7(5), pp. 79-92. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2019-7-5-79-92>
 42. Pogosyan V. Change and variability of phenomena in complex social systems. *Wisdom*, 2019, vol. 13(2), pp. 95-103. <https://doi.org/10.24234/WISDOM.V13I2.276>
 43. Yemelyanov V. A., Nedelkin A. A., Olenev L. A. An Object-Oriented Design of Expert System Software for Evaluating the Maintenance of Lined Equipment. *2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*, 2019, pp. 1-4, <https://doi.org/10.1109/FarEast-Con.2019.8934414>

44. Voityuk I. N., Ivanchenko D. I., Khomyakov K. A. Hardware and software systems for rock quality control on conveyor belt. *Gornyi Zhurnal*, 2020, no. 5, pp. 67-71. <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.05.12>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Шичих РустиМ Адамович, кандидат экономических наук, доцент, департамент менеджмента
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Трубилина
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, Краснодарский край, 350044, Российская Федерация
shichiyakh.r.a@mail.ru

Сычева Ирина Николаевна, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой «Менеджмент»
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
просп. Ленина, 46, г. Барнаул, Российская Федерация

Черных Инна Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления инновациями Института технологий управления ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»
ул. Стромынка, 20, г. Москва, 119454, Российская Федерация
Innachernikh@mail.ru

Лебедева Екатерина Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической экспертизы и финансового мониторинга Института комплексной безопасности и специального приборостроения
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»
ул. Стромынка, 20, г. Москва, 119454, Российская Федерация
katmail79@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Rustem A. Shichiyakh, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Management
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

*13, Kalinina Str., Krasnodar, Krasnodar region, 350044, Russian Federation
shichiyakh.r.a@mail.ru*

Irina N. Sycheva, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Management

*Altai State Technical University named after I.I. Polzunov
46, Lenin Ave., Barnaul, Russian Federation*

Inna N. Chernykh, Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Innovation Management of the Institute of Management Technologies

*MIREA – Russian Technological University
20, Stromynka Str., Moscow 119454, Russian Federation
Innachernikh@mail.ru*

Ekaterina S. Lebedeva, Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Economic Expertise and Financial Monitoring of the Institute of Integrated Security and Special Instrumentation

*MIREA – Russian Technological University
20, Stromynka Str., Moscow 119454, Russian Federation
katmail79@mail.ru*

Поступила 02.09.2021

После рецензирования 05.10.2021

Принята 11.10.2021

Received 02.09.2021

Revised 05.10.2021

Accepted 11.10.2021

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-191-204

UDC 579.861:576.8

INFLUENCE OF DISINFECTANT ON CRYSTALLOGENIC ACTIVITY OF PSEUDOMONAS AERUGINOSA IN VITRO

*A.K. Martusevich, I.V. Bocharin,
E.A. Kochkurova, N.A. Ronzhina*

The purpose of this work was to clarify the crystallogenic properties of pseudomonads under the action of an antiseptic.

***Material and methods.** The material for the study was 8 strains of *P. aeruginosa* isolated from patients of the burn Department. In accordance with the purpose and objectives of the study, the work was performed in 3 stages: assessment of the biological properties of isolated pseudomonad strains; determination of sensitivity to disinfectants by the square method; assessment of the crystallogenic (initiating) activity of pseudomonads in individual and joint form with the disinfectant. The tested antiseptic was “Desam” in the form of a standard 1% solution used for disinfection of surfaces and medical instruments.*

***Results.** It was found that all the studied *Pseudomonas* strains have the ability to activate the crystallogenesis of the basic substance (0.9% sodium chloride solution), which manifests itself both in qualitative and quantitative changes in the thesigraphic picture. It is shown that the addition of a common disinfectant (“Desam”) to the system “*Pseudomonas aeruginosa* – 0.9% sodium chloride solution” significantly transforms its dehydration structuring. At the same time, strains of the microorganism resistant to disinfectants moderately reduce the crystal’s gene activity (according to the main teziographic coefficient and belt coefficient). On the*

contrary, sensitive strains demonstrate a pronounced inhibition of the crystallogenesis of the basic substance. It allows to develop a new express method for determining the sensitivity of microorganisms to disinfectants.

Keywords: *pseudomonas aeruginosa; crystallogenic properties; disinfectants; monitoring*

For citation. *Martusevich A.K., Bocharin I.V., Kochkurova E.A., Ronzhina N.A. Influence of disinfectant on crystallogenic activity of Pseudomonas aeruginosa in vitro. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 191-204. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-191-204*

ВЛИЯНИЕ ДЕЗИНФЕКТАНТА НА КРИСТАЛЛОГЕННЫЕ СВОЙСТВА PSEUDOMONAS AERUGINOSA IN VITRO

**А.К. Мартусевич, И.В. Бочарин,
Е.А. Кочкурова, Н.А. Ронжина**

Целью работы было выяснение кристаллогенных свойств псевдомонад под действием антисептика.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили 8 штаммов *P.aeruginosa*, выделенных от пациентов ожогового отделения. В соответствии с целью и задачами исследования работа проводилась в 3 этапа: оценка биологических свойств выделенных штаммов псевдомонад; определение чувствительности к дезинфицирующим средствам методом квадрата; оценка кристаллогенной (иницирующей) активности псевдомонад в индивидуальной и совместной форме с дезинфицирующим средством. В качестве тестируемого антисептика использовали «Десам» в виде стандартного 1% раствора, используемого для дезинфекции поверхностей и медицинских инструментов.

Результаты. Установлено, что все изученные штаммы *Pseudomonas* обладают способностью активировать кристаллогенез основного вещества (0,9% раствора хлорида натрия), что проявляется как в качественных, так и в количественных изменениях в топографической картине. Показано, что добавление обычного дезинфицирующего средства («Десам») в систему «*Pseudomonas aeruginosa* – 0,9% раствор хлорида натрия» значительно трансформирует ее дегидратационную структуру. В то же время штаммы микроорганизма, устойчивые к дезинфицирующим средствам, умеренно снижают активность гена кристалла (по основному тезиграфическому коэффициенту

и коэффициенту поясности). Напротив, чувствительные штаммы демонстрируют выраженное ингибирование кристаллогенеза основного вещества. Это позволяет разработать новый экспресс-метод определения чувствительности микроорганизмов к дезинфицирующим средствам.

Ключевые слова: *Pseudomonas aeruginosa*; кристаллогенные свойства; дезинфектанты, мониторинг

Для цитирования. Мартусевич А.К., Бочарин И.В., Кочкурова Е.А., Ронжина Н.А. Влияние дезинфектанта на кристаллогенные свойства *Pseudomonas aeruginosa* in vitro // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 191-204. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-191-204

Introduction

Currently, the phenomenon of biomineralization attracts the active attention of researchers. It is well-known that biomineralization is crystallization of various substances triggered by the presence of various microorganisms (primarily bacteria) [1, 7, 9]. Such an effect has found great use as a way of accumulating various toxic compounds, in particular, heavy metals. So, in the study of J. Liu et al. (2021) showed the ability of a number of pseudomonad strains to fix nickel from the medium [13], and this technology can be useful in creating a new generation of batteries and improved by including cadmium sulfide in their composition [14]. In another work of this research team, the possibility of using this bacterium to purify water from impurities of nickel, nitrates and phosphates is shown [12]. The works of other scientists confirm the effectiveness of the technology being created [22, 23]. The latter can also be accumulated from the environment by sideroform mycoorganisms [20]. Li W. et al. (2021) it was found that a number of ureolytic bacteria also have toxin-fixing properties, which can be used for the purification of industrial and household waste [11].

A separate area of application of biomineralization is the use of calcium precipitation induced by various bacteria for various technical tasks [3, 21, 24]. So, in the literature there is a series of works devoted to the production of urea using this principle [2]. In addition, C. Fang and V. Achal (2019) demonstrated the possibility of improving cement properties by biostimulating calcium precipitation processes [5], and in further studies (2021) developed a technology for obtaining bio-blocks from microbially synthesized urine [6]. At the same time, these materials can be supplemented with non-cement components (for example, metacaolin), also generated by biomineralization [10]. It is important that these processes are similar to the formation of nodules of various elements in nature [8].

On the other hand, such technical applications of the phenomenon of micro-organism-associated crystallogenesis suggest its great importance for biological systems and potential pathogenetic role. Indirect confirmation of this, in particular, is the work of MM. Elmassry et al. (2021), which shows the influence of biomineralization processes in pseudomonads on their virulence [4]. Our previous studies also experimentally demonstrated the ability of staphylococci and *Escherichia* to modify the crystallization of aqueous salt solutions [17], and this effect turned out to be dose-dependent [15]. In addition, we have established the pathogenetic role of crystallogenic bacterial symbiosis in the mechanisms of development of complicated forms of gastric and duodenal ulcer [16], revealed the involvement of crystallization processes in the pathogenesis of liver alveococcosis [19] and new coronavirus infection [18]. At the same time, the effect of disinfectants on the crystallogenic properties of microorganisms remains undisclosed.

That is why the aim of the work was to clarify the crystallogenic properties of *Pseudomonas aeruginosa* under the action of disinfectant.

Material and research methods

Study design

The material for the study was 8 strains of *P. aeruginosa* isolated from patients of the burn department. In accordance with the purpose and objectives of the study, the work was carried out in 3 stages:

1. assessment of the biological properties of the isolated *Pseudomonas* strains;
2. determination of sensitivity to disinfectants by the square method;
3. evaluation of the crystallogenic (initiating) activity of pseudomonads in individual and joint form with the disinfectant.

The tested antiseptic was “Desam” in the form of a standard 1% solution used for disinfection of surfaces and medical instruments.

The first stage of the work is carried out in accordance with the classical methods of bacteriology.

Laboratory study

In order to describe the crystallogenic activity of the studied bacteria for each strain, regardless of the degree of its resistance to disinfectants, a micro-preparation was prepared on a Petri dish according to a single algorithm. It is important to note that all complex samples intended for further drying contained equal amounts of components. The general view of the sample is shown in Figure 1.

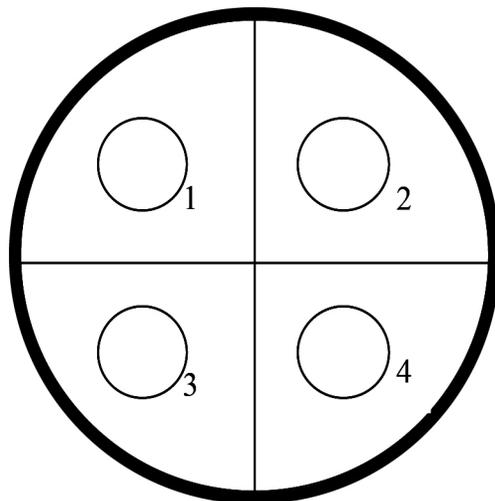


Fig. 1. Teziographic plate for estimation of pseudomonas sensitivity to disinfectants (1 – Control A (0.9% solution of sodium chloride), 2 – Control B (1% disinfectant solution), 3 – pseudomonas + 0.9% solution of sodium chloride, 4 – pseudomonas + 0.9% solution of sodium chloride + 1% disinfectant solution)

The analysis of the results of crystal formation was carried out using the algorithm developed for the assessment of teziographic facies for biological substrates [17, 19], which was adapted by us for the assessment of the crystallogenic properties of microorganisms [15, 16]. For this purpose, a universal system of criteria was used, which allowed us to describe the features of the initiator potential of the studied *Pseudomonas* strains from a qualitative and quantitative point of view.

Statistics

The results were processed using the Statistica 6.0 program. All the data were processed with standard algorithms of descriptive statistics and were present as Mean \pm SD. The Student's t-test was used for detection of statistical differences.

Results and Discussion

Based on the preliminary microbiological studies conducted on the sensitivity of the isolated strains, conducted using the “squares “method as the” gold standard”, it was found that the ratio of sensitive and resistant strains was found to be 5 : 3. Among the sensitive strains – №904, 1268, 84, 88, 82, strains No.

133, 137, and 649 are classified as resistant. The proportion of strains that are sensitive and resistant to a 1% solution of Desam is clearly shown in Figure 2. It should be noted that most of the analyzed strains were sensitive to the applied working concentration of the tested disinfectant, which should be considered as a positive point.

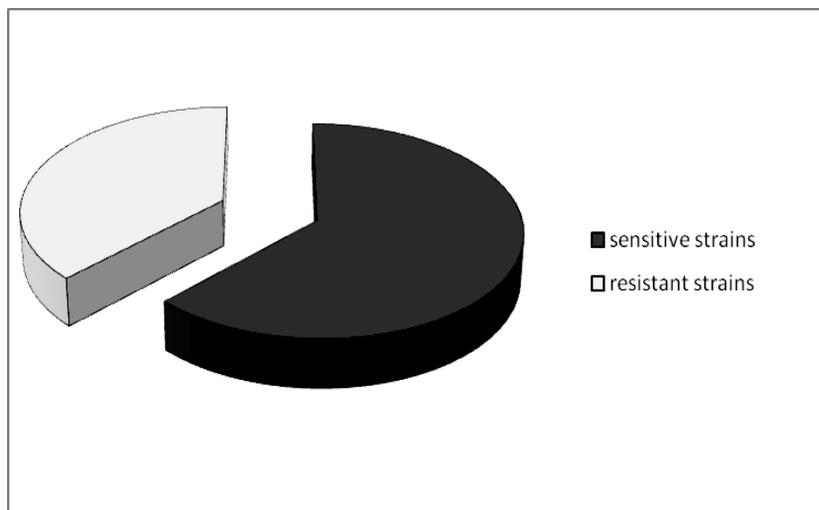


Fig. 2. Ratio of sensitive and resistant (to 1% disinfectant solution) strains of *P. aeruginosa*

The results of the microbiological determination of the sensitivity of pseudomonads formed the basis for the next stage of the work, at which the crystallogenic (initiating) the activity of pseudomonads in individual and joint form with the disinfectant.

Our analysis of the modulating properties of the studied *Pseudomonas* strains allowed us to establish that the latter are quite active initiators of the crystallogenesis of a solution of sodium chloride of physiological concentration (Fig. 3). This is reflected in the fact that the density of the crystallization centers in the experimental sample (a mixture of “microorganisms – saline solution”) significantly exceeds that in the control facies of the individual base substance (2.37 times; $p < 0.05$), directly determining the value of the main tezigraphic coefficient Q .

It is interesting to note that the crystalloscopic picture of the sample, which includes the biosystem “bacteria-basic substance”, does not differ in the variants of the morphotypes formed from the control micro-product. This makes

it possible to assume that the presence of pseudomonads does not ensure the appearance of neocrystallogenesis, in particular, due to the metabolites of the microorganism itself, whereas in this case there is only a mechanical activation of the crystallogenesis of the base compound (a solution of sodium chloride of physiological concentration) by bacteria. The mechanism of this variant of the implementation of the microorganism-associated crystallization is most likely to be the extracellular variant of the latter [16, 17, 19], and one of the main factors regulating the modulation of crystallization is, from our point of view, the tinctorial properties of the cell wall of *Pseudomonas aeruginosa* [4].

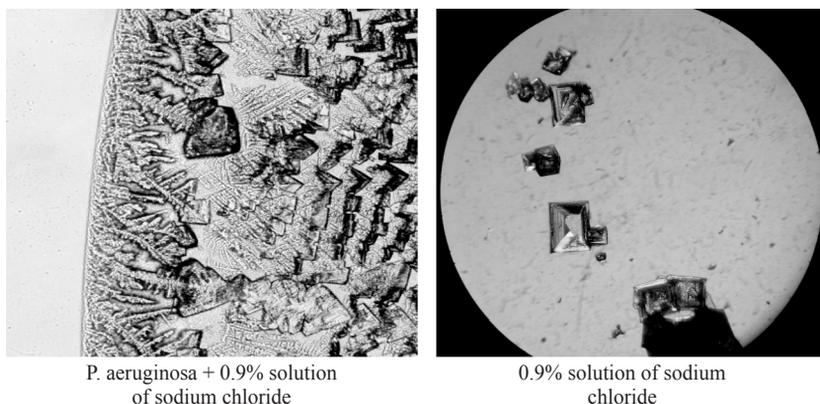


Fig. 3. Tezigram of system “*P. aeruginosa* + 0.9% solution of sodium chloride” and control of 0.9% solution of sodium chloride (magn. x56)

The last stage of the work, which is of direct practical importance, was to establish the possibilities of screening the sensitivity of pseudomonads to the considered disinfectant based on the visualization of their crystallogenic activity.

Analysis of the nature of individual crystallization of pseudomonads and antiseptics allows us to formulate the following working hypothesis: in the case of detection of the mixture “microorganism – 0.9% solution of sodium chloride – 1% solution of disinfectant” activation of crystallogenesis in comparison with the basic substance, it is assumed that the number of bacteria sufficient for the manifestation of the phenomenon of microorganism-associated crystallogenesis [15], and, consequently, the inadequate effectiveness of the antiseptic used. On the contrary, when detecting the inhibition of crystallization in the experimental sample, the sensitivity of the studied strain of psalmonad to the considered disinfectant can be indicated.

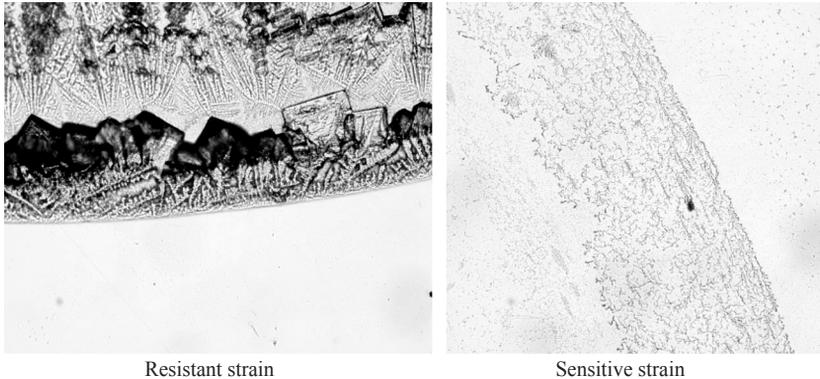


Fig. 4. Teziograms of system “pseudomonas – 0.9% solution of sodium chloride – 1% disinfectant solution” in connection with resistance to disinfectant (magn. x56)

This hypothesis was fully confirmed by the study of the data of the teziographic analysis of strains isolated from patients with a combustiological profile. Even a simple visual comparison of the teziographic pictures allows us to verify the differences between the micro-preparations (Fig. 4).

In order to quantify the teziography data, a visuometric study of the obtained samples was performed using the above criteria.

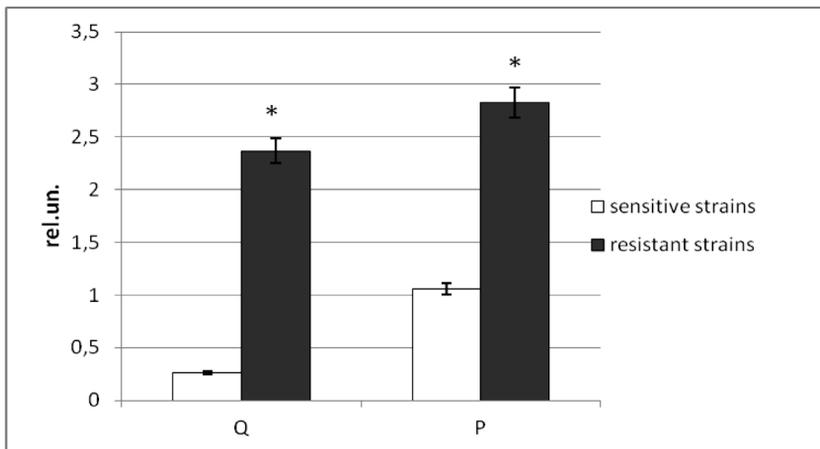


Fig. 5. Results of criterial analysis of teziograms for sensitive and resistant to disinfectant strains of *Pseudomonas* (Q – main teziographic coefficient, P – belt coefficient; «*» – statistical value of differences between sensitive and resistant strains is $p < 0,05$)

The study of the main parameters of the description of the initiated crystallogenesis of mixtures allowed us to establish that the main thesigraphic coefficient Q , indicating the degree of modulation of the base substance under the influence of biomaterial, for sensitive strains was found to be at a significantly lower level (0.26 ± 0.14 standard units) than for resistant ones (2.37 ± 0.28 ; the statistical significance of the differences is $p < 0.05$). This dynamic confirms the proposed working hypothesis, since when studying the newly created biosystem with a sensitive strain, an almost complete absence of the effect that initiates salt crystallization is found.

The belt coefficient P , which demonstrates the degree of heterogeneity of the studied biosubstrate in terms of the spread of molecular weights of the components, was also at a higher level in resistant strains (2.83 ± 0.31 versus 1.06 ± 0.19 in sensitive ones), which is an indirect sign of the metabolic activity of the *Pseudomonas*.

Conclusion

Based on the conducted crystalloscopic studies, it was found that all the studied *Pseudomonas* strains have the ability to activate the crystallogenesis of the basic substance (0.9% sodium chloride solution), which manifests itself both in qualitative and quantitative changes in the thesigraphic picture. It is shown that the addition of a common disinfectant (“Desam”) to the system “*Pseudomonas aeruginosa* – 0.9% sodium chloride solution” significantly transforms its dehydration structuring. At the same time, strains of the microorganism resistant to disinfectants moderately reduce the crystal’s gene activity (according to the main thesigraphic coefficient and the coefficient of zoning). On the contrary, sensitive strains demonstrate a pronounced inhibition of the crystallogenesis of the basic substance. It allows to develop a new express method for determining the sensitivity of microorganisms to disinfectants.

Funding

This article was performed with support by Ministry of Agriculture of Russian Federation.

References

1. Achal V, Mukherjee A, Reddy MS. Microbial concrete: a way to enhance the durability of building structures. *ASCE J Mater Civil Eng.*, 2011, vol. 23, pp. 730-734. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000159](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000159)
2. Chen HJ, Huang YH, Chen CC, Maity JP, Chen CY. Microbial induced calcium carbonate precipitation (MICP) using pig urine as an alternative to in-

- dustrial urea. *Waste Biomass Valor*, 2019, vol. 10, pp. 2887-2895. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0324-8>
3. Chuo SC, Mohamed SF, Mohd Setapar SH, Ahmad A, Jawaid M, Wani WA, Yaqoob AA, Mohamad Ibrahim MN. Insights into the current trends in the utilization of bacteria for microbially induced calcium carbonate precipitation. *Materials (Basel)*. 2020, vol. 13, no. 21, 4993. <https://doi.org/10.3390/ma13214993>
 4. Elmassry MM, Bisht K, Colmer-Hamood JA, Wakeman CA, San Francisco MJ, Hamood AN. Malonate utilization by *Pseudomonas aeruginosa* affects quorum-sensing and virulence and leads to formation of mineralized biofilm-like structures. *Mol Microbiol.*, 2021, vol. 116, no. 2, pp. 516-537. <https://doi.org/10.1111/mmi.14729>
 5. Fang C, Achal V. Biostimulation of calcite precipitation process by bacterial community in improving cement stabilized rammed earth as sustainable material. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 2019, vol. 103, no. 18, pp. 7719-7727. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10024-9>
 6. Fang C, Mi T, Achal V. Sustainable bio-bricks prepared with synthetic urine enabled by biomineralization reactions. *Lett Appl Microbiol.* 2021 Oct 4. doi: 10.1111/lam.13574.
 7. Janssen K, Mähler B, Rust J, Bierbaum G, McCoy VE. The complex role of microbial metabolic activity in fossilization. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2021 Oct 14. <https://doi.org/10.1111/brv.12806>
 8. Kiledal EA, Keffer JL, Maresca JA. Bacterial Communities in Concrete Reflect Its Composite Nature and Change with Weathering. *mSystems*, 2021, vol. 6, no. 3, e01153-20. <https://doi.org/10.1128/mSystems.01153-20>
 9. Lee YS, Park W. Current challenges and future directions for bacterial self-healing concrete. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 2018, vol. 102, no. 7, pp. 3059-3070. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-8830-y>
 10. Li M, Zhu X, Mukherjee A, Huang M, Achal V. Biomineralization in metakaolin modified cement mortar to improve its strength with lowered cement content. *J Hazard Mater.*, 2017, vol. 329, pp. 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.01.035>
 11. Li W, Fishman A, Achal V. Ureolytic bacteria from electronic waste area, their biological robustness against potentially toxic elements and underlying mechanisms. *J Environ Manage*, 2021, vol. 289, 112517. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112517>
 12. Liu J, Ali A, Su J, Wu Z, Zhang R, Xiong R. Simultaneous removal of calcium, fluoride, nickel, and nitrate using microbial induced calcium precipitation in a biological immobilization reactor. *J Hazard Mater.*, 2021, vol. 416, 125776. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125776>

13. Liu J, Gu T, Li L, Li L. Synthesis of MnO/C/NiO-Doped Porous Multiphasic Composites for Lithium-Ion Batteries by Biomineralized Mn Oxides from Engineered *Pseudomonas putida* Cells. *Nanomaterials (Basel)*, 2021, vol. 11, no. 2, p. 361. <https://doi.org/10.3390/nano11020361>
14. Ma N., Cai R., Sun C. Threonine dehydratase enhances bacterial cadmium resistance via driving cysteine desulfuration and biomineralization of cadmium sulfide nanocrystals. *J Hazard Mater*, 2021, vol. 417, 126102. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126102>
15. Martusevich A, Bocharin I, Gurjanov M, Kochkurov A, Kochkurova E, Ivashchenko M. Experimental study of the phenomenon of microorganism-associated crystallogenesis. *Archiv Euromedica*, 2021, vol. 11, no. 3, pp. 20-21. <http://dx.doi.org/10.35630/2199-885X/2021/11/3/5>
16. Martusevich A, Orudzkhova G, Romanova A, Shubina O. Bacterial symbiosis in complicated ulcers: the pathogenetic hypothesis. *Archiv Euromedica*, 2021, vol. 11, no. 2, pp. 26-27. <https://doi.org/10.35630/2199-885X/2021/11/2/7>
17. Martusevich AK, Feofilova MA, Kovaleva LK, Golygina ES. Cytocrystalloscopy and its methodical variants. *J Stress Physiol Biochem*. 2019, vol. 15, no. 3, pp. 76-80.
18. Martusevich AK, Karuzin K.A., Zhdanova O.B. Immune and metabolic response to COVID-19 infection: review for molecular pathways. *International Journal of Biomedicine*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 177-181. [http://dx.doi.org/10.21103/Article10\(3\)_RA1](http://dx.doi.org/10.21103/Article10(3)_RA1)
19. Martusevich AK, Zhdanova OB. Dynamics of some physical and chemical properties of biological fluids in surgical treatment of alveolar hydatid disease of liver. *International Journal of Biology and Chemistry*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 110-116. <https://doi.org/10.26577/ijbch.2020.v13.i2.13>
20. Nandre V, Kumbhar N, Battu S, Kale Y, Bagade A, Haram S, Kodam K. Siderophore mediated mineralization of struvite: A novel greener route of sustainable phosphate management. *Water Res.*, 2021, vol. 203, 117511. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117511>
21. Seifan M, Berenjian A. Application of microbially induced calcium carbonate precipitation in designing bio self-healing concrete. *World J Microbiol Biotechnol.*, 2018, vol. 34, no. 11, p. 168. <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2552-2>
22. Su JF, Zhang H, Huang TL, Hu XF, Chen CL, Liu JR. The performance and mechanism of simultaneous removal of fluoride, calcium, and nitrate by calcium precipitating strain *Acinetobacter* sp. H12. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 2020, vol. 187, 109855. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109855>
23. Wang Z, Su J, Ali A, Zhang R, Yang W, Xu L, Zhao T. Microbially induced calcium precipitation based simultaneous removal of fluoride, nitrate, and calcium

- by *Pseudomonas* sp. WZ39: Mechanisms and nucleation pathways. *J Hazard Mater.*, 2021, vol. 416, 125914. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125914>
24. Xu J, Wang X, Wang B. Biochemical process of ureolysis-based microbial CaCO₃ precipitation and its application in self-healing concrete. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 2018, vol. 102, no. 7. pp. 3121-3132. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-8779-x>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Мартусевич Андрей Кимович, д.б.н., г.н.с., руководитель лаборатории медицинской биофизики; профессор кафедры физиологии и анатомии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация; пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

cryst-mart@yandex.ru

Бочарин Иван Владимирович, старший преподаватель кафедры физической культуры и спорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация
bocharin.ivan@mail.ru

Кочкурова Елена Адольфовна, к.э.н., доцент кафедры экономики, менеджмента и медицинского права; доцент кафедры сервиса и туризма
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Федеральное государственное автономное об-

разовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация; пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

Ронжина Наталья Александровна, преподаватель кафедры иностранных языков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Andrew K. Martusevich, PhD, MD, Head of the Laboratory of Medical Biophysics; Prof. of Physiology and Anatomy Department

Privolzhsky Research Medical University; Lobachevsky State University 10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation; 23, Gagrav av., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

cryst-mart@yandex.ru

SPIN-code: 5618-4826

ORCID: 0000-0002-0818-5316

ResearcherID: AAY-6097-2020, G-1752-2011

Scopus Author ID: 22035825900

Ivan V. Bocharin, Senior Assistant in Department of Physical Culture and Sports

Privolzhsky Research Medical University

10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

bocharin.ivan@mail.ru

ORCID: 0000-0002-4961-5351

Elena A. Kochkurova, PhD, Associate Professor of the Department of Economics, Management and Medical Law; Associate Professor of the Department of Service and Tourism

*Privolzhsky Research Medical University; Lobachevsky State University
10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation; 23,
Gagrin av., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
ORCID: 0000-0001-6316-1192*

Natalia A. Ronzhina, Teacher of the Department of Foreign Languages
*Privolzhsky Research Medical University
10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
ORCID: 0000-0001-7028-4924*

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 21.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 21.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-205-225

УДК 616-036.865

ПЕРВИЧНАЯ ИНВАЛИДНОСТЬ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

*С.Н. Пузин, А.А. Яковлев, И.В. Лялина,
М.А. Шургая, Д.Т. Шарикадзе*

Обоснование. *Болезни системы кровообращения (БСК) удерживают лидирующие позиции как причина заболеваемости населения. Возникающие осложнения БСК ассоциируются со стойким нарушением здоровья и утратой трудоспособности, что является основанием для определения инвалидности.*

Цель. *Углубленный анализ показателей первичной инвалидности взрослого населения г. Москвы вследствие БСК.*

Материалы и методы. *Объектом изучения являлись «Сведения о медико-социальной экспертизе лиц в возрасте 18 лет и старше» (форма 7-собес 2013-2019 гг.). Методы исследования: документальный, выкопировка данных, статистический и графический. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов прикладных программ Statistica 10 и SAS JMP 11.*

Результаты. *В нозологической структуре первичной инвалидности взрослого населения г. Москвы вследствие болезней класса БСК первое рейтинговое место занимали впервые признанные инвалидами (ВПИ) вследствие цереброваскулярных болезней (ЦВБ), второе – ВПИ вследствие ишемической болезни сердца, третье – ВПИ вследствие «Других БСК». В поло-возрастной структуре преобладали мужчины ВПИ и ВПИ пожилого возраста. Наибольшие различия между нозологическими контингентами выявлены по удельному весу ограничений различных видов жизнедеятельности третьей степени, которое преимущественно имело место среди ВПИ вследствие ЦВБ. Преобладающей группой инвалидности была III группа.*

Заключение. *Выявленные особенности динамики и структуры инвалидности вследствие БСК целесообразно использовать при планировании мероприятий по повышению эффективности медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие этой социально значимой патологии.*

Ключевые слова: *болезни системы кровообращения; инвалидность; первичная; возраст; гендерный; группа; нарушение функции; ограничение жизнедеятельности*

Для цитирования. Пузин С.Н., Яковлев А.А., Лялина И.В., Шургая М.А. Первичная инвалидность взрослого населения вследствие болезней системы кровообращения // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 205-225. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-205-225

PRIMARY DISABILITY OF THE ADULT POPULATION DUE TO DISEASES OF THE CIRCULATORY SYSTEM

*S.N. Puzin, A.A. Yakovlev, I.V. Lyalina,
M.A. Shurgaya, D.T. Sharikadze*

Background. Diseases of the circulatory system continue to hold a leading position as a cause of morbidity in the population. Emerging complications of diseases of the circulatory system are associated with persistent impairment of health and of Work capacity which is the basis for determining disability.

Purpose. An in-depth analysis of primary disability indicators in the adult population of Moscow due to diseases of the circulatory system.

Materials and methods. The object of the study was “Information on the medical and social examination of persons aged 18 and over” (form 7-social security 2013-2019). Research methods: documentary, copy of the data, statistical and graphic. Statistical data processing was performed using the Statistica 10 and SAS JMP 11 software package.

Results. In the nosological structure of primary disability of the adult population of Moscow due to diseases of the CVD, the first ranking place was taken by people who were newly recognized as disabled (PNRD) due to cerebrovascular diseases (CVD), the second – PNRD due to coronary heart disease, the third – PNRD due to “Other diseases of the circulatory system“. Men PNRD and elderly PNRD prevailed in the age-sex structure of primary disability. The greatest differences between nosological contingents were revealed in terms of the proportion of various types of activity limitations of the third degree, which predominantly took place among PNRD due to CVD. The prevailing group of disability was III group.

Conclusion. The revealed features of the dynamics and structure of disability due to diseases of the circulatory system are advisable to use when planning measures to improve the effectiveness of medical and social rehabilitation of disabled people due to this socially significant pathology.

Keywords: diseases of the circulatory system; disability; primary; age; gender; group; functional impairment; activity limitation

***For citation.** Puzin S.N., Yakovlev A.A., Lyalina I.V., Shurgaya M.A. Primary disability of the adult population due to diseases of the circulatory system. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 205-225. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-205-225*

Актуальность

Класс болезней системы кровообращения (БСК I00-I99, Q20-Q28) определяет структуру заболеваемости населения [6, 13, 14], в том числе вследствие ишемической болезни сердца (ИБС) [2], гипертонической болезни (ГБ) [25] и цереброваскулярных болезней (ЦВБ) [3]. Риск наступления смерти вследствие сердечно-сосудистой патологии начиная с уровня артериального давления (АД), равного 135/85 мм. рт. ст., удваивается при каждом повышении систолического АД на 20 мм рт. ст. и диастолического АД на 10 мм. рт. ст. [10]. Другие нозологические формы БСК (воспалительные заболевания, пороки сердца, кардиомиопатии, нарушения ритма сердца и облитерирующие заболевания сосудов) также являются значимыми этиологическими причинами нарушения здоровья населения [15-17, 21, 24,]. Демографическая трансформация с увеличением среди населения доли пожилых людей является фоном для полипатий с лидирующей позицией БСК в их структуре [2, 19]. БСК обуславливают расходование ресурсов здравоохранения и огромные социально-экономические потери [20, 22].

Важнейшим показателем здоровья населения и его социально-экономического благополучия является инвалидность [4]. Проблема инвалидности ассоциируется с проблемой социально значимых заболеваний, к числу которых относятся БСК [5]. Прогрессирующее течение БСК сопровождается различными видами ограничений жизнедеятельности [12]. Это обуславливает необходимость определения больному, страдающему БСК, статуса «инвалид». Преодоления возникающих нарушений функции кровообращения и ограничений жизнедеятельности вследствие БСК требует проведения комплекса реабилитационных мероприятий [1, 9, 18, 23].

Инвалиды – наиболее уязвимый контингент населения, нуждающийся в социальной помощи. Российская Федерация, согласно ФЗ № 181 от 24.11.1995г. «О социальной защите инвалидов в России» [7] и ФЗ № 442 от 28.12.2013г. «Об основах социального обслуживания граждан в Российской Федерации» [8] целью социальной политики определяет необходимость поддержки людей с ограничением жизнедеятельности

вследствие нарушения здоровья. Актуальным является оценка региональной дифференциации инвалидности населения на территориях Российской Федерации [5, 11].

Вышеуказанное определяет высокую медико-социальную значимость исследований, направленных на изучение сравнительной характеристики инвалидности вследствие отдельных нозологических форм класса БСК и тяжести ассоциированных с ними ограничений жизнедеятельности.

Цель исследования – углубленный анализ показателей первичной инвалидности взрослого населения вследствие болезней системы кровообращения.

Материалы и методы. Проводили анализ основных показателей, характеризующих первичную инвалидность вследствие болезней системы кровообращения взрослого населения в г. Москве. Период исследования 2013-2019 гг. Объектом изучения являлись данные государственной статистической отчетности 7 (собес) «Сведения о медико-социальной экспертизе лиц в возрасте 18 лет и старше», утвержденные Росстатом России. Анализировали данные по трем основным возрастным контингентам взрослого населения: инвалиды молодого возраста (женщины и мужчины до 44 лет), инвалиды среднего возраста (женщины 45–54 лет и мужчины 45–59 лет), инвалиды пожилого возраста (женщины 55 лет и старше и мужчины 60 лет и старше). Методы исследования: документальный, выкопировка данных, статистический и графический. Описательная статистика представлена в виде относительных интенсивных и экстенсивных коэффициентов. Сравнения двух групп по числовым показателям осуществлялись на основе непараметрического критерия Манна–Уитни.

Сравнения трех и более групп по числовым шкалам осуществлялись с помощью непараметрического метода Краскела–Уоллиса. Для описания количественных шкал применяли среднее значение и стандартное отклонение в виде « $M \pm S$ », а для оценки относительного разброса использовался коэффициент вариации (V), который характеризует однородность показателя и позволяет сравнивать однородность разных показателей, независимо от их масштаба и единиц измерения. Для описания структуры показателя использовались медиана и квартили в формате « $Me [LQ; UQ]$ » и минимум и максимум для оценки диапазона колебания показателя в формате « $(Min; Max)$ ». Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне вероятности ошибки 0.05. Статистическая об-

работка данных выполнена с использованием пакетов прикладных программ Statistica 10 и SAS JMP 11.

Результаты и обсуждение

В нозологической структуре первичной инвалидности вследствие БСК в 2013 г. (всего 23509 чел.) хронические ревматические болезни сердца (ХРБС) составляли 0,8% (178 чел.), болезни характеризующиеся повышенным кровяным давлением (АГ) – 8% (1869 чел.), ишемическая болезнь сердца (ИБС) – 42,7% (10042 чел.) и цереброваскулярные болезни (ЦВБ) – 48,6% (11420 чел.). Удельный вес других нозологических форм БСК («Другие БСК») составлял – 12% (3200 чел.).

В 2014 г. нозологическую структуру первичной инвалидности вследствие БСК (всего 23371 чел.) составляли: ХРБС – 0,7% (162 чел.), АГ – 7% (1628 чел.), ИБС – 43,8% (10250 чел.) и ЦВБ – 48,5% (11331 чел.). Удельный вес «других БСК» составлял – 6,7% (1671 чел.).

В 2015 г. в нозологической структуре первичной инвалидности вследствие БСК (всего 22791 чел.) ХРБС составляли 0,7% (168 чел.), АГ – 4,6% (1043 чел.), ИБС – 42,2% (9614 чел.), ЦВБ – 52,5% (11966 чел.), а «Другие БСК» 1786 чел. – 7,3% (1786 чел.).

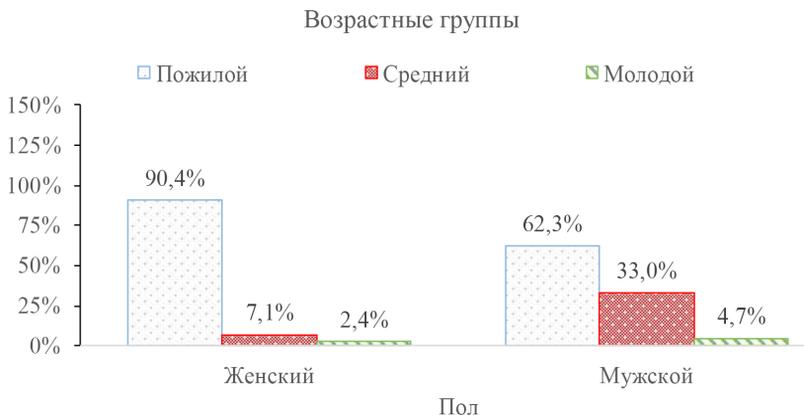
В 2016 г. в нозологической структуре первичной инвалидности вследствие БСК (всего 21893 чел.) ХРБС составляли 0,6% (137 чел.), АГ – 3,1% (670 чел.), ИБС – 39,6% (8679 чел.) и ЦВБ – 56,7% (12407 чел.). Удельный вес «Других БСК» составлял – 8,2% (1964 чел.).

В 2017 г. нозологическую структуру первичной инвалидности вследствие БСК (всего 19490 чел.) формировали ХРБС – 0,5% (104 чел.), АГ – 1,9% (369 чел.), ИБС – 38,0% (7412 чел.), ЦВБ – 59,5% (11605 чел.). Экстенсивный показатель «Других БСК» равнялся – 8,7% (1863 чел.).

В 2018 г. в нозологической структуре первичной инвалидности вследствие БСК (всего 17671 чел.) составляли: ХРБС – 0,5% (87 чел.), АГ – 1,4% (250 чел.), ИБС – 38,0% (6718 чел.) и ЦВБ – 60,1% (10616 чел.). Удельный вес «Других БСК» составлял 9,7% (1905 чел.).

Общая численность ВПИ в 2019 г. составляла 15647 ВПИ. ВПИ пожилого возраста составляли в динамике – 11627 чел. (в 2013 г. – 17515 чел.), ВПИ молодого и среднего возраста – 587 чел. и 3433 чел. соответственно (в 2013 г. 1333 чел. и 7861 чел. соответственно).

В общем контингенте ВПИ вследствие БСК мужчин было 8971 ВПИ, а численность женщин составляла 6676 ВПИ. Среди ВПИ женского пола (рис. 1) подавляющее большинство инвалидов пожилого возраста (90,4%), а среди ВПИ мужчин – пожилого (62,3%) и среднего возраста (33,0%).



Возрастные группы	Пол		Уровень P (df=2)
	Женский (N=6676)	Мужской (N=8971)	
Пожилой	6038 (90,44%)	5589 (62,30%)	<0,0001
Средний	476 (7,13%)	2957 (32,96%)	
Молодой	162 (2,43%)	425 (4,74%)	

Рис. 1. Дифференциация гендерных контингентов ВПИ вследствие БСК с учетом возраста (абс. число, %)

Уровень первичной инвалидности вследствие БСК в контингенте мужчин ВПИ был выше по сравнению с контингентом ВПИ женщин – 18,5% и 11,4 на 10 тыс. населения соответствующего пола. В обоих гендерных контингентах уровень первичной инвалидности вследствие БСК был выше среди населения пожилого возраста – 49,4 среди мужчин и 25,5 среди женщин на 10 тыс. соответствующего населения.

При освидетельствовании в бюро медико-социальной экспертизы в 2019 г. большинству ВПИ (10832 ВПИ) инвалидность установлена сроком на 1 год (69,2%). Бессрочно установлена группа инвалидности 24,4% ВПИ (3812 ВПИ), а сроком на 2 года – 6,4% (1003 ВПИ). При первичном освидетельствовании мужчинам чаще устанавливался срок инвалидности на 1 год (78,2% против 57,1%), тогда как женщинам – чаще определялась инвалидность бессрочно (35,5% против 16,1%) ($p < 0,0001$).

ВПИ пожилого возраста преобладали (табл. 1) в возрастной структуре ВПИ во всех нозологических контингентах с удельным весом в пределах 59,7% («Другие БСК») – 81,9% (ЦВБ). Меньше было ВПИ среднего возраста – 15,1% (ЦВБ) – 31,0% («Другие БСК»). Удельный вес молодых

ВПИ был наименьшим – в пределах 2,6% (ИБС) – 9,2% («Другие БСК»). Наибольшие различия выявлены по удельному весу молодых инвалидов в контингентах ВПИ вследствие «Других БСК» и ВПИ вследствие ИБС (9,2% и 2,6% соответственно).

Таблица 1.

**Сведения о первичной инвалидности населения
взрослого населения г. Москвы вследствие БСК с учетом возраста в 2019 г.
(общий контингент ВПИ, абс. число, %)**

Заболе- вания	Всего		Молодой возраст (18-44 лет)		Средний возраст (женщины 45-54 лет, мужчины 45-59 лет)		Пожилой возраст (женщины 55 лет и старше, мужчины 60 лет и старше)	
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%
ЦВБ	8410	100	247	2,9	1272	15,1	6891	81,9
ИБС	4877	100	126	2,6	1437	29,5	3314	68,0
АГ	224	100	18	8,0	67	29,9	139	62,1
ХРБС	97	100	8	8,2	24	24,7	65	67,0
Другие БСК	2039	100	188	9,2	633	31,0	1218	59,7
Всего	15647	100	587	3,8	3433	21,9	11627	74,3

Структура контингента ВПИ вследствие БСК по полу с учетом трудоспособного и пожилого возраста характеризовалась различиями. Если в женском контингенте по всем нозологическим формам преобладали ВПИ пожилого возраста с удельным весом в пределах 75,2-92,1%, то среди ВПИ мужчин вследствие АГ и ХРБС преобладали ВПИ трудоспособного возраста (50,4% и 63,6% соответственно). Уровень первичной инвалидности вследствие БСК в контингенте мужчин ВПИ был выше по сравнению с контингентом ВПИ женщин – 18,5% и 11,4 на 10 тыс. населения соответствующего пола.

Структура ВПИ вследствие БСК по полу с учетом группы инвалидности среди мужчин характеризовалась преобладанием ВПИ с III группой инвалидности (66%). Наиболее высокий удельный вес ВПИ с этой группой инвалидности отмечался в контингентах ВПИ вследствие ИБС и ХРБС – соответственно 84,8% и 81,8%. ВПИ с I группой было больше среди инвалидов вследствие ЦВБ (17,9%) и вследствие АГ (12,2%). В контингенте ВПИ вследствие ХРБС не отмечалось инвалидов с I группой инвалидности (табл. 2).

Таблица 2.

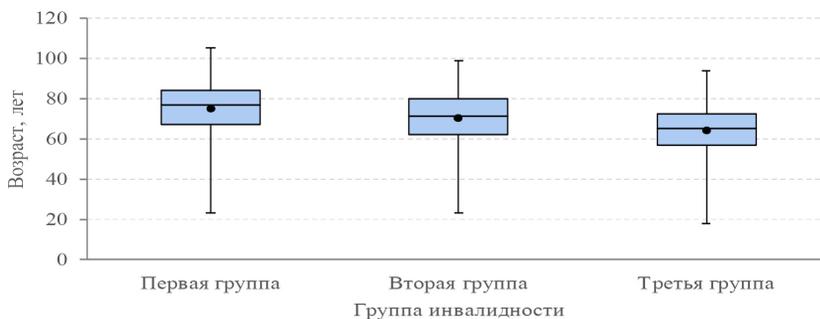
Структура первичной инвалидности мужского населения г. Москвы вследствие БСК по группам инвалидности (2019 г., абс. число, %)

Заболевания	Всего		I группа		II группа		III группа	
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%
ЦВБ	3875	100	695	17,9	1226	31,6	1954	50,4
ИБС	3479	100	12	0,3	516	14,8	2951	84,8
АГ	115	100	14	12,2	19	16,5	82	71,3
ХРБС	33	100	0	0,0	6	18,2	27	81,8
Другие БСК	1469	100	56	3,8	507	34,5	906	61,7
Всего	8971	100	777	8,7	2274	25,3	5920	66,0

Структура ВПИ вследствие БСК по полу с учетом группы инвалидности среди женщин характеризовалась преобладанием ВПИ с III группой инвалидности (54,7%). Наиболее высокий удельный вес ВПИ с этой группой инвалидности отмечался в контингентах ВПИ вследствие ИБС и ХРБС – соответственно 87,4% и 85,9%. ВПИ с I группой инвалидности было больше среди инвалидов вследствие ЦВБ (26,4%) и вследствие АГ (7,3%). В отличие от мужчин контингент ВПИ женщин с первой группой инвалидности включал ВПИ вследствие ХРБС с удельным весом 3,1% от общей численности ВПИ.

Средний возраст ВПИ с первой группой инвалидности ($75,00 \pm 12,44$) был выше по сравнению с контингентами ВПИ с второй группой ($70,11 \pm 12,51$) и ВПИ с третьей группой инвалидности ($64,15 \pm 11,10$) (рис. 2).

Анализ спектра нарушений основных функций в гендерных контингентах свидетельствует, что нарушение функции сердечно-сосудистой системы первой степени чаще отмечалось у мужчин – 66,0% (у женщин – 54,8%). Нарушение второй и третьей степени чаще отмечалось у женщин – 26,7% и 18,5% соответственно (у мужчин 25,4% и 8,7%). Значимые различия выявлены по удельному весу ВПИ с нарушением нейромышечных, скелетных и связанных с движением (статодинамических) функций». Их удельный вес был выше (на 1,9%, $P < 0,0001$) среди инвалидов женщин – 6,54% (против 4,61% у мужчин). В контингенте ВПИ с первой группой было значимо больше ВПИ с Нарушением нейромышечных, скелетных и связанных с движением (статодинамических) функций (22,3%) по сравнению с ВПИ со второй и ВПИ с третьей группой инвалидности (12,5% и 3,0% соответственно, $P < 0,0001$).



Показатель	Группа инвалидности			Уровень Р (df=2)
	Первая группа (N=2013)	Вторая группа (N=4059)	Третья группа (N=9575)	
Личные данные				
Возраст, лет	75,00 ± 12,44	70,11 ± 12,51	64,15 ± 11,10	<0,0001

Рис. 2. Распределение ВПИ вследствие БСК в зависимости от группы инвалидности с учетом возраста

В общем контингенте ВПИ вследствие БСК чаще встречалось **нарушение способности к контролю за своим поведением** второй степени (менее, чем у половины инвалидов, 42,4%), а реже всего – нарушение третьей степени (более, чем у четверти инвалидов, 26,6%) от общей численности ВПИ с этим видом ограничения жизнедеятельности. **Нарушение способности к обучению** первой степени отмечалось у 40,8% ВПИ, реже всего – третьей степени (20,1%) от общей численности ВПИ с этим видом ограничения жизнедеятельности. **Нарушение способности к общению** первой степени имело место у менее, чем у половины ВПИ (41,3%), а реже всего – отмечалась третья степень (19,3%) от общей численности ВПИ с этим видом ограничения жизнедеятельности. У большего числа ВПИ отмечалось **нарушение способности к ориентации** второй степени (у 40% ВПИ), а реже всего – третьей степени (27,1%). У более, чем половины ВПИ (63,3%) имела место первая степень **нарушения способности к передвижению** и лишь у 12,4% – третья степень нарушения от общей численности ВПИ с этим видом ограничения жизнедеятельности. В контингенте ВПИ доля инвалидов с **нарушением способности к самообслуживанию** первой степени была наибольшей (63,3%), тогда как нарушение второй степени отмечалось у 24,3% ВПИ, а нарушение первой третьей степени – всего

лишь у 12,4% ВПИ от общей численности ВПИ с этим видом ограничения жизнедеятельности. Чаще выявлялось **нарушение способности к трудовой деятельности** первой степени (более, чем у половины инвалидов, 62,1%), а реже всего – третьей степени нарушение данного вида жизнедеятельности (лишь у 12,2% инвалидов) от общей численности ВПИ с этим видом ограничения жизнедеятельности. По основной профессии либо по другой профессии без снижения квалификации и объёма трудовой деятельности работали 14,3% и 3% соответственно от общей численности ВПИ с этим видом ограничения жизнедеятельности. Результаты анализа видов и степени ограничения жизнедеятельности в нозологических контингентах ВПИ представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Распределение ВПИ вследствие БСК по видам и степени ограничения жизнедеятельности (абс. число, %)

Способность к контролю за своим поведением, степень	Группа					Уровень P, (df=8)
	ХРБС, (N=1)	АГ, (N=0)	ИБС, (N=20)	ЦВБ, (N=1272)	Другие БСК, (N=16)	
Вторая	(0,00%)		7 (35,00%)	545 (42,85%)	3 (18,75%)	0,0002
Первая	1 (100,00%)		13 (65,00%)	380 (29,87%)	12 (75,00%)	
Третья	(0,00%)		(0,00%)	347 (27,28%)	1 (6,25%)	
Способность к обучению, степень	ХРБС, (N=1)	АГ, (N=2)	ИБС, (N=23)	ЦВБ, (N=278)	Другие БСК, (N=15)	Уровень P, (df=8)
Первая	1 (100,00%)	2 (100,00%)	23 (100,00%)	95 (34,17%)	9 (60,00%)	<0,0001
Вторая	(0,00%)	(0,00%)	(0,00%)	119 (42,81%)	6 (40,00%)	
Третья	(0,00%)	(0,00%)	(0,00%)	64 (23,02%)	(0,00%)	
Способность к общению, степень	ХРБС, (N=0)	АГ, (N=2)	ИБС, (N=31)	ЦВБ, (N=1985)	Другие БСК, (N=24)	Уровень P, (df=8)
Первая		1 (50,00%)	26 (83,87%)	796 (40,10%)	20 (83,33%)	<0,0001
Вторая		1 (50,00%)	5 (16,13%)	795 (40,05%)	3 (12,50%)	
Третья		(0,00%)	(0,00%)	394 (19,85%)	1 (4,17%)	
Способность к ориентации, степень	ХРБС, (N=0)	АГ, (N=1)	ИБС, (N=28)	ЦВБ, (N=1368)	Другие БСК, (N=18)	Уровень P, (df=8)
Вторая		(0,00%)	5 (17,86%)	558 (40,79%)	3 (16,67%)	<0,0001
Первая		1 (100,00%)	23 (82,14%)	428 (31,29%)	13 (72,22%)	
Третья		(0,00%)	(0,00%)	382 (27,92%)	2 (11,11%)	

Способность к передвижению, степень	ХРБС, (N=62)	АГ, (N=152)	ИБС, (N=3095)	ЦВБ, (N=8089)	Другие БСК, (N=1621)	Уровень P, (df=8)
Первая	56 (90,32%)	130 (85,53%)	2799 (90,44%)	3910 (48,34%)	1098 (67,74%)	<0,0001
Вторая	4 (6,45%)	21 (13,82%)	288 (9,31%)	2499 (30,89%)	467 (28,81%)	
Третья	2 (3,23%)	1 (0,66%)	8 (0,26%)	1680 (20,77%)	56 (3,45%)	

Способность к самообслуживанию, степень	ХРБС, (N=97)	АГ, (N=223)	ИБС, (N=4818)	ЦВБ, (N=8352)	Другие БСК, (N=2007)	Уровень P, (df=8)
Первая	85 (87,63%)	183 (82,06%)	4265 (88,52%)	3918 (46,91%)	1363 (67,91%)	<0,0001
Вторая	10 (10,31%)	28 (12,56%)	539 (11,19%)	2596 (31,08%)	586 (29,20%)	
Третья	2 (2,06%)	12 (5,38%)	14 (0,29%)	1838 (22,01%)	58 (2,89%)	

Способность к трудовой деятельности, степень	ХРБС, (N=94)	АГ, (N=214)	ИБС, (N=4670)	ЦВБ, (N=7856)	Другие БСК, (N=1952)	Уровень P, (df=8)
Первая	81 (86,17%)	163 (76,17%)	4006 (85,78%)	3686 (46,92%)	1247 (63,88%)	<0,0001
Вторая	12 (12,77%)	33 (15,42%)	643 (13,77%)	2471 (31,45%)	636 (32,58%)	
Третья	1 (1,06%)	18 (8,41%)	21 (0,45%)	1699 (21,63%)	69 (3,53%)	

Наибольшие различия между контингентами выявлены по удельному весу нарушения различных видов жизнедеятельности третьей степени (рис. 3), которое преимущественно имело место среди ВПИ вследствие ЦВБ ($p < 0,0001$).

Способность к самообслуживанию (степень)

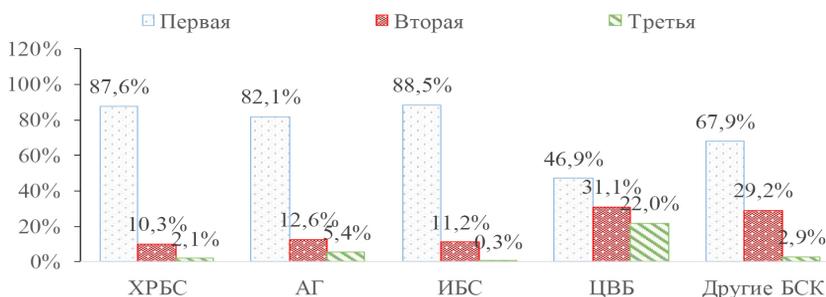


Рис. 3. Экстенсивные показатели степени ограничения жизнедеятельности (нарушение способности к самообслуживанию) в контингенте ВПИ при различных нозологических формах БСК (%)

Первая степень нарушения способности к трудовой деятельности имела наиболее высокий удельный вес во всех возрастных контингентах –

76,8% среди ВПИ среднего возраста, 71,5% среди ВПИ молодого возраста, 56,9% среди ВПИ пожилого возраста. Удельный вес ВПИ с второй степенью нарушения был выше в контингенте пожилых (28,1%), в котором также было больше инвалидов с третьей степенью нарушения этой способности. Наибольшие различия выявлены между ВПИ пожилого и среднего возраста (15,0% против 4,6% соответственно) (рис. 4).

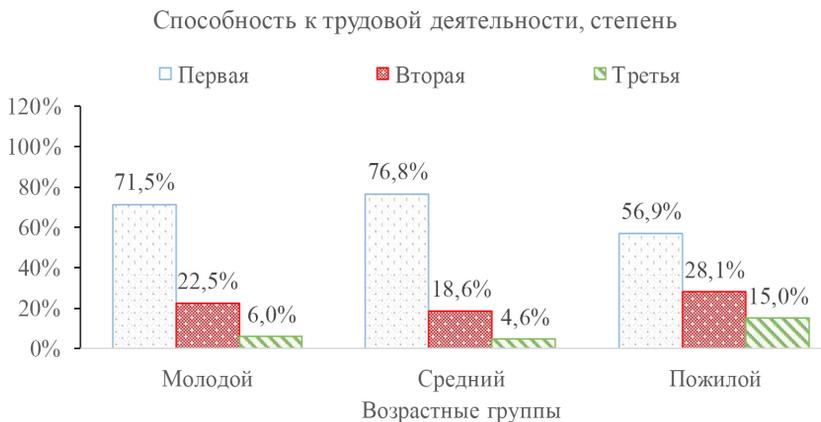


Рис. 4. Нарушение способности к трудовой деятельности в возрастных контингентах ВПИ вследствие БСК среди взрослого населения г. Москвы (2019 г., %)

Удельный вес не работающих, работающих по профессии и работающих по другой профессии в контингентах молодого и среднего возраста не различался. В контингенте ВПИ пожилого возраста удельный вес не работающих был выше (88,6%) по сравнению с контингентами молодого и среднего возраста, при наименьших показателях работающих по основной профессии и работающих по другой профессии (8,7% и 1,6% соответственно).

Представленные нами результаты многоаспектного исследования особенностей инвалидности населения в мегаполисе корреспондируют с данными по эпидемиологии инвалидности вследствие БСК в Российской Федерации [5, 10].

Заключение

Таким образом, БСК являются значимой проблемой нарушения здоровья взрослого населения и требуют проведения мероприятий по медико-социальной реабилитации значительного числа граждан.

Выводы

1. В нозологической структуре первичной инвалидности взрослого населения г. Москвы вследствие болезней класса БСК первое рейтинговое место занимали ВПИ вследствие ЦВБ, второе – ВПИ вследствие ИБС, третье – ВПИ вследствие «Других БСК». ВПИ вследствие АГ было меньше – четвертое рейтинговое место, а ВПИ вследствие ХРБС имели наименьшую численность – пятое рейтинговое место.

2. В структуре первичной инвалидности вследствие БСК преобладали инвалиды пожилого возраста. Преобладающим гендерным контингентом являлись мужчины.

3. Спектр нарушений основных функций ассоциировался с комплексом ограничений жизнедеятельности. Наибольшие различия между нозологическими контингентами выявлены по удельному весу ограничений различных видов жизнедеятельности третьей степени, которое преимущественно имело место среди ВПИ вследствие ЦВБ.

4. Преобладающей группой инвалидности была III группа за исключением ВПИ вследствие ХРБС – в этом контингенте преобладали ВПИ с II группой инвалидности.

5. Выявленные особенности динамики и структуры инвалидности вследствие БСК по нозологиям, гендерному признаку, возрасту и группам инвалидности (тяжести) целесообразно использовать при планировании мероприятий по повышению эффективности медико-социальной реабилитации инвалидов вследствие этой социально значимой патологии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Барбараш О.Л., Помешкина С.А., Кондрикова Н.В., Трубникова О.А., Шибанова И.А. Проблемы внедрения программ реабилитации после коронарного шунтирования в России // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2017. Т. 4, № 10. С. 8-12. <https://doi.org/10.17116/kardio20171048-12>
2. Имаева А.Э., Туаева Е.М., Шальнова С.А., Киселева Н.В. Ишемическая болезнь сердца и факторы риска у населения пожилого возраста // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2016. Т. 15, № 2. С. 93-99. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-93-99>

3. Костенко Е.В., Петрова Л.В. Транзиторные ишемические атаки: их значимость в прогрессировании цереброваскулярных заболеваний и актуальные вопросы медицинской реабилитации // Медицинский совет. 2019. № 9. С. 22-30. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-9-22-30>
4. Пузин С.Н., Шургая М.А., Дмитриева Н.В. и др. Эпидемиология инвалидности взрослого населения в Российской Федерации // Эпидемиол. и вакцинопрофилактика. 2019. Т. 18, № 5. С. 14–23. <https://doi.org/10.31631/2073-30462019-18-5-14-23>
5. Пузин С.Н., Шургая М.А., Меметов С.С., Свириденко А.В. Современные тенденции региональной дифференциации инвалидности вследствие болезней системы кровообращения у граждан пожилого возраста в Российской Федерации // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2017, № 1, С. 33-41.
6. Сайгитов Р.Т., Чулок А.А. Сердечно-сосудистые заболевания в контексте социально-экономических приоритетов долгосрочного развития России // Вестник РАМН. 2015. Т.70, № 3. С. 286-299. <https://doi.org/10.15690/vramn.v70i3.1324>
7. Федеральный закон № 181-ФЗ от 24.11.1995 г. «О социальной защите инвалидов в России». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/
8. Федеральный закон № 442-ФЗ от 28.12.2013 г. «Об основах социального обслуживания граждан в Российской Федерации». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156558/
9. Храпылина Л.П., Исаков Э.В., Винокуров А.С., Стороженков Д.В., Шургая М.А. Пути повышения результативности мер по развитию инклюзивной среды в интересах инвалидов // Вопросы организации медико-социальной экспертизы и комплексной реабилитации и реабилитационной индустрии. 2016. № 1. С. 18-24.
10. Чазова И.Е., Ощепкова Е.В. Опыт борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями в России // Аналитический вестник. 2015. № 44. С.4-9.
11. Чандирли С.А. Анализ уровня первичной инвалидности вследствие ишемической болезни сердца в Российской Федерации, Федеральных округах и субъектах РФ в динамике за 5 лет (2009-2013) // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2014. №3. С.91-95.
12. Шургая М.А. Критерии тяжести инвалидности при стойких нарушениях функции кровообращения // Клиническая медицина. 2017. Т.95, № 2. С. 158-162. <https://doi.org/10.18821/0023-2149-2017-95-2-158-162>

13. Chantal F. Ski, Kathryn M. King-Shier b, David R. Thompson Gender, socioeconomic and ethnic/racial disparities in cardiovascular disease: A time for change // *International Journal of Cardiology*, 2014, vol. 170, no. 3, pp. 255–257. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.10.082>
14. Andersson C., Vasan R.S. Epidemiology of cardiovascular disease in young individuals // *Journal Nature reviews cardiology*, 2018. vol. 15, no. 4, pp. 230–240. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2017.154>
15. Dua A., Lee C.J. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia // *Journal Techniques of Vascular and Interventional Radiology*, 2016, vol. 19, no. 2, pp. 91–95. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2016.04.001>
16. Gaddi A.V., Capello F., Gheorghe-Fronea O.F. et al. Sulodexide improves pain-free walking distance in patients with lower extremity peripheral arterial disease: A systematic review and meta-analysis // *Journal Royal Society of Medicine (Great Britain)*, 2020, vol. 9. <https://doi.org/10.1177/2048004020907002>
17. Japp AG, Gulati A, Cook SA, Cowie MR, Prasad SK. The Diagnosis and Evaluation of Dilated Cardiomyopathy // *Journal of the American College of Cardiology*, 2016, vol. 67, no. 25, pp. 2996-3010. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.03.590>
18. Koppen E., Omland T., Larsen A.I., Karlsen T., et al. SMARTEX-HF Study Group. Exercise training and high-sensitivity cardiac troponin T in patients with heart failure with reduced ejection fraction // *ESC Heart Failure*, 2021, vol. 8, no. 3, pp. 2183-2192. <https://doi.org/10.1002/ehf2.13310>
19. Richardson S., Hirsch J.S., Narasimhan M. et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City area // *Journal of the American Medical Association*, 2020, vol. 323, no. 20, pp. 2052–2059. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6775>
20. Roth G.A., Dwyer-Lindgren L., Bertozzi-Villa A. et al. Trends and patterns of geographic variation in cardiovascular mortality among US counties, 1980–2014 // *Journal of the American Medical Association*, 2017, vol. 317, no. 19, pp. 1976-1992. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.4150>
21. Sherrid M.V., Massera D. Risk stratification and hypertrophic cardiomyopathy subtypes // *Journal of the American College of Cardiology*, 2019. v. 74, no. 19, pp. 2346-2349. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.09.020>
22. Townsend N., Wilson L., Bhatnagar P., et al. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update // *European Heart Journal*, 2016, vol. 37, no. 42, pp. 3232–3245. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw334>
23. Vromen, T.; Peek N., Abu-Hanna A., Kemps H. M. Practice Variations in Exercise Training Programs in Dutch Cardio Rehabilitation Centers: Prospective, Observational Study // *Journal of Physical Therapy Science*, 2019, vol. 99, pp. 266-275. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzy140>

24. Weintraub R.G., Semsarian C., Macdonald P. Dilated cardiomyopathy // *Lancet*, 2017, vol. 390(10092), pp. 400-414. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31713-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31713-5)
25. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension // *European Heart Journal*, 2018, vol. 39, no. 33, pp. 3021-104. <https://doi.org/doi:10.1093/eurheart/339>

References

1. Barbarash O. L., Meshkina S. A., Kondrikova N. V., Trubnikova O. A., Shibanova I. A. Problemy vnedreniya programm reabilitatsii posle koronarnogo shuntirovaniya v Rossii [Problems of implementation of rehabilitation programs after coronary bypass surgery in Russia]. *Cardiology and cardiovascular surgery*, 2017, vol. 4, no. 10, pp. 8-12. <https://doi.org/10.17116/kardio20171048-12>
2. Imaeva A.E., Tuaeua E.M., Shalnova S.A., Kiseleva N.V. Ishemicheskaya bolezn' serdtsa i faktory riska u naseleniya pozhilogo vozrasta [Coronary heart disease and risk factors in the elderly population]. *Cardiovascular therapy and prevention*, 2016, vol. 15, no. 2, pp. 93-99. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-93-99>
3. Kostenko E.V., Petrova L.V. Tranzitornye ishemicheskie ataki: ikh znachimost' v progressirovanii tserebrovaskulyarnykh zabolevaniy i aktual'nye voprosy meditsinskoy reabilitatsii [Transient ischemic attacks: their significance in the progression of cerebrovascular diseases and topical issues of medical rehabilitation]. *Medical advice*, 2019, no. 9, pp. 22-30. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-9-22-30>
4. Puzin S.N., Shurgaya M.A., Dmitrieva N.V., etc. Epidemiologiya invalidnosti vzroslogo naseleniya v Rossiyskoy Federatsii [Epidemiology of disability of the adult population in the Russian Federation]. *Epidemiol. and vaccinoprophylaxis*, 2019, vol. 18, no. 5, pp. 14-23. <https://doi.org/10.31631/2073-30462019-18-5-14-23>
5. Puzin S.N., Shurgaya M.A., Memetov S.S., Sviridenko A.V. Sovremennye tendentsii regional'noy differentsiatsii invalidnosti vsledstvie bolezney sistemy krovoobrashcheniya u grazhdan pozhilogo vozrasta v Rossiyskoy Federatsii [Modern trends in regional differentiation of disability due to diseases of the circulatory system in elderly citizens in the Russian Federation]. *Bulletin of the All-Russian Society of Specialists in medical and social expertise, rehabilitation and rehabilitation industry*, 2017, no. 1, pp. 33-41.
6. Saigitov R.T., Chulok A.A. Serdechno-sosudistye zabolevaniya v kontekste sotsial'no-ekonomicheskikh prioritetov dolgosrochnogo razvitiya Rossii [Cardiovascular diseases in the context of socio-economic priorities of long-term development of Russia]. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 2015, vol. 70, no. 3, pp. 286-299. <https://doi.org/10.15690/vramn.v70i3.1324>

7. Federal Law No. 181-FZ of 24.11.1995 “On Social protection of disabled people in Russia”. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/
8. Federal Law No. 442-FZ of 12/28/2013 “On the basics of social services for citizens in the Russian Federation”. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156558/
9. Khrapylina L.P., Isakov E.V., Vinokurov A.S., Storozhenkov D.V., Shurgaya M.A. Puti povysheniya rezul'tativnosti mer po razvitiyu inklyuzivnoy sredy v interesakh invalidov [Ways to improve the effectiveness of measures for the development of an inclusive environment in the interests of disabled people]. *Issues of organization of medical and social expertise and complex rehabilitation and rehabilitation industry*, 2016, no. 1, pp. 18-24.
10. Chazova I.E., Oshchepkova E.V. *Opyt bor'by s serdechno-sosudistymi zabolevaniyami v Rossii* [Experience in the fight against cardiovascular diseases in Russia]. *Analytical Bulletin*, 2015, no. 44, pp. 4-9.
11. Chandirli S.A. Analiz urovnya pervichnoy invalidnosti vsledstvie ishemi-cheskoy bolezni serdtsa v Rossiyskoy Federatsii, Federal'nykh okrugakh i sub"ektakh RF v dinamike za 5 let (2009-2013) [Analysis of the level of primary disability due to coronary heart disease in the Russian Federation, Federal districts and subjects of the Russian Federation in dynamics over 5 years (2009-2013)]. *Bulletin of the All-Russian Society of specialists in medical and social expertise, rehabilitation and rehabilitation industry*, 2014, no. 3. pp. 91-95.
12. Shurgaya M.A. Kriterii tyazhesti invalidnosti pri stoykikh narusheniyakh funktsii krovoobrashcheniya [Criteria for the severity of disability in persistent circulatory disorders]. *Clinical medicine*, 2017, Vol.95, No. 2, pp.158-162. <https://doi.org/10.18821/0023-2149-2017-95-2-158-162>
13. Chantal F. Ski, Kathryn M. King-Shier b, David R. Thompson Gender, socioeconomic and ethnic/racial disparities in cardiovascular disease: A time for change. *International Journal of Cardiology*, 2014, vol. 170, no. 3, pp. 255–257. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.10.082>
14. Andersson C., Vasan R. S. Epidemiology of cardiovascular disease in young individuals. *Journal Nature reviews cardiology*, 2018. vol. 15, no. 4, pp. 230-240. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2017.154>
15. Dua A., Lee C.J. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia. *Journal Techniques of Vascular and Interventional Radiology*, 2016, vol. 19, no. 2, pp. 91–95. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2016.04.001>
16. Gaddi A.V., Capello F., Gheorghie-Fronea O.F. et al. Sulodexide improves pain-free walking distance in patients with lower extremity peripheral arterial dis-

- ease: A systematic review and meta-analysis. *Journal Royal Society of Medicine (Great Britain)*, 2020, vol. 9. <https://doi.org/10.1177/2048004020907002>
17. Japp AG, Gulati A, Cook SA, Cowie MR, Prasad SK. The Diagnosis and Evaluation of Dilated Cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*, 2016, vol. 67, no. 25, pp. 2996-3010. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.03.590>
 18. Koppen E., Omland T., Larsen A.I., Karlsen T., et al. SMARTEX-HF Study Group. Exercise training and high-sensitivity cardiac troponin T in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *ESC Heart Failure*, 2021, vol. 8, no. 3, pp. 2183-2192. <https://doi.org/10.1002/ehf2.13310>
 19. Richardson S., Hirsch J.S., Narasimhan M. et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City area. *Journal of the American Medical Association*, 2020, vol. 323, no. 20, pp. 2052–2059. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6775>
 20. Roth G.A., Dwyer-Lindgren L., Bertozzi-Villa A. et al. Trends and patterns of geographic variation in cardiovascular mortality among US counties, 1980—2014. *Journal of the American Medical Association*, 2017, vol. 317, no. 19, pp. 1976-1992. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.4150>
 21. Sherrid M.V., Massera D. Risk stratification and hypertrophic cardiomyopathy subtypes. *Journal of the American College of Cardiology*, 2019. v. 74, no. 19, pp. 2346-2349. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.09.020>
 22. Townsend N., Wilson L., Bhatnagar P., et al. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update. *European Heart Journal*, 2016, vol. 37, no. 42, pp. 3232–3245. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw334>
 23. Vromen, T.; Peek N., Abu-Hanna A., Kemps H. M. Practice Variations in Exercise Training Programs in Dutch Cardio Rehabilitation Centers: Prospective, Observational Study. *Journal of Physical Therapy Science*, 2019, vol. 99, pp. 266-275. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzy140>
 24. Weintraub R.G., Semsarian C., Macdonald P. Dilated cardiomyopathy. *Lancet*, 2017, vol. 390(10092), pp. 400-414. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31713-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31713-5)
 25. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 2018, vol. 39, no. 33, pp. 3021-104. <https://doi.org/doi:10.1093/eurheart/339>

ВКЛАД АВТОРОВ

Пузин С.Н.: общее руководство направлением исследования, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания.

Яковлев А.А.: интерпретация результатов исследования с внесением ценного интеллектуального содержания.

Лялина И.В.: разработка дизайна исследования, анализ научной литературы по теме, проведение исследования, интерпретация результатов, подготовка научной статьи.

Шургая М.А.: разработка концепции научного исследования, интерпретация результатов исследования с внесением ценного интеллектуального содержания, редактирование текста рукописи.

Шарикадзе Д.Т.: анализ обзора научной литературы с внесением ценного интеллектуального содержания.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Sergey N. Puzin: general direction of the research direction, critical review with the introduction of valuable intellectual content.

Alexey A. Yakovlev: interpretation of results with the introduction of valuable intellectual content.

Inna V. Lyalina: development the Study Design, analysis of scientific literature on the topic, conducting research, interpretation of results, writing of the scientific article

Marina A. Shurgaya: concept of scientific development, interpretation of results with the introduction of valuable intellectual content, editing scientific article.

Denis T. Sharikadze: analysis of scientific literature review on the topic with the introduction of valuable intellectual content.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Пузин Сергей Никифорович, д.м.н., профессор, академик РАН, заместитель директора по науке; зав. кафедрой гериатрии и МСЭ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования министерства здравоохранения России»

д. Лыткино, 777, Московская область, Солнечногорский район, 141534, Российская Федерация; ул. Баррикадная, 2/1, г. Москва, 125993, Российская Федерация

s.puzin2012@yandex.ru

Яковлев Алексей Александрович, к.м.н., руководитель научно-исследовательского института реабилитологии

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии,*» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

*д. Лыткино, 777, Московская область, Солнечногорский район,
141534, Российская Федерация*

Ayakovlev@fnkcr.ru

Лялина Инна Владимировна, полковник внутренней службы, руководитель

Федеральное казенное учреждение здравоохранения «Главный клинический центр медицинской и социальной реабилитации Федеральной службы исполнения наказаний»,

ул. Михайлова, дом 31, строение 1, г. Москва, 109428, Российская

Федерация

inna-lyalina@yandex.ru

Шургая Марина Арсеньевна, д.м.н., профессор кафедры гериатрии и медико-социальной экспертизы

Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» министерства здравоохранения России

ул. Баррикадная, 2/1, г. Москва, 125993, Российская Федерация

daremar@mail.ru

Шарикадзе Денис Тамазович, генеральный директор

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники»

Каширское шоссе, 24, стр. 16, г. Москва, 115478, Российская Федерация

sharikadze@vniimt.org

DATA ABOUT THE AUTHORS

Sergey N. Puzin, Dr. Sc. (Medicine), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Associate Director; Head of Department of Geriatrics and Medical and Social Expertise

*Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation; Russian Medical Academy of Continuous Professional Education Lytkino, 777, Solnechnogorskiy District, Moscow Region, 141534, Russian Federation; 2/1 Barrikadnaya Str., Moscow, 125993, Russian Federation
s.puzin2012@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-1030-8319*

Alexey A. Yakovlev, Ph.D. (Medicine), director of the Scientific Research Institute of rehabilitation

*Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation
Lytkino, 777, Solnechnogorskiy District, Moscow Region, 141534, Russian Federation
Ayakovlev@fnkrr.ru*

Inna V. Lyalina, Director

*Main Clinical Center for Medical and Social Rehabilitation of the Federal Penitentiary Service
31, Mikhailova Str., building 1, Moscow, 109428, Russian Federation
inna-lyalina@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-5332-4701*

Marina A. Shurgaya, Dr. Sc. (Medicine), Professor of Department of Geriatrics and Medical and Social Expertise

*Russian Medical Academy of Continuous Professional Education
2/1, Barrikadnaya Str., Moscow, 125993, Russian Federation
daremar@mail.ru
SPIN-code: 4521-0147
ORCID: 0000-0003-3856-893X
ResearcherID: A-5716-2019
Scopus Author ID: 6506404257*

Denis T. Sharikadze, General Manager

*All-Russian Research and Testing Institute of Medical Technology
24, p. 16, Kashirskoe highway, Moscow, 115478, Russian Federation
sharikadze@vniimt.org*

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 18.10.2021

Принята 25.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 18.10.2021

Accepted 25.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-226-246

УДК 614.2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ КОММУНИКАЦИИ НА ВЕБ-САЙТАХ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Н.В. Полухин, Н.В. Эккерт, В.В. Козлов

Обоснование. Развитие цифрового общества подчеркивает значение коммуникаций в сфере здравоохранения в Интернете, однако, они преимущественно рассматриваются с позиции экспертных оценок, а не предпочтений пациентов.

Цель. Изучить информационные и потребительские предпочтения взрослого населения РФ на веб-сайтах медицинских организаций (МО).

Материалы и методы. В исследование были включены 1319 респондентов интернет-опроса, оценивших важность информационных и функциональных элементов веб-сайтов МО по шкале от 1 («Совсем не важно») до 5 («Очень важно»).

В исследовании был проведен расчет удельного веса отметивших важность информации и функций веб-сайта МО, а также последующий факторный анализ методом главных компонент с вращением типа варимакс. Статистическая обработка осуществлялась с помощью IBM SPSS Statistics 26.

Результаты. Наибольшее значения для респондентов имели контактная информация (77,8%; 95% ДИ 75,5–80,0%), отзывы пациентов (65,8%; 95% ДИ 63,2–68,3%), информация о специалистах (65,0%; 95% ДИ 62,4–67,6%), скорость загрузки веб-сайта (64,6%; 95% ДИ 62,0–67,1%) и его адаптивность (63,0%; 95% ДИ 60,4–65,6%). Факторный анализ позволил выявить шесть факторов, обусловивших 43,3% дисперсии: (1) интересовавшихся общей информацией о МО; (2) предпочитавших использовать онлайн-возможности; (3) интересовавшихся публикациями о здоровье; (4) визуалов, отметивших важность дизайна и фотографий МО; (5) нуждавшихся в мерах социальной защиты или имевших ограничения здоровья; (6) интересовавшихся новостями организации и ее общественной деятельностью.

Заключение. Медицинским организациям необходимо предоставить выходящий за пределы существующих требований нормативно-правовых актов набор информации и функций веб-сайта, соответствующих предпочтениям потребителей медицинских услуг.

Ключевые слова: веб-сайт; сайт; медицинская организация; маркетинг; Интернет; качество; потребительские предпочтения; пациент-ориентированный

Для цитирования. Полухин Н.В., Эккерт Н.В., Козлов В.В. Информационные предпочтения пациентов в контексте коммуникации на веб-сайтах медицинских организаций // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 226-246. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-226-246

PATIENT PERSPECTIVE ON HEALTHCARE FACILITIES WEBSITES COMMUNICATION ELEMENTS

N.V. Polukhin, N.V. Ekkert, V.V. Kozlov

Background. *The evolving digital society stresses the importance of online health communication. The majority of studies observe digital communication from expert and legal but not patient perspectives.*

Purpose. *To explore information and consumer preferences of the Russian Federation population on healthcare facilities websites.*

Materials and methods. *The study involved 1319 respondents of the internet-based survey. Using a 5-point Likert-like scale, participants were asked to measure the importance of healthcare facilities website elements from 1 (“not important”) to 5 (“very important”).*

The analysis included the estimation of proportions of those who rated elements as important or somewhat important and following principal component analysis with varimax rotations. All analyses were carried out using IBM SPSS Statistics, version 26.

Results. *The greatest proportions of participants who reported the importance were observed in contact information (77.8%; 95% CI: 75.5–80.0%), testimonials (65.8%; 95% CI: 63.2–68.3%), information about staff (65.0%; 95% CI: 62.4–67.6%), website loading speed (64.6%; 95% CI: 62.0–67.1%), and its responsiveness (63.0%; 95% CI: 60.4–65.6%). Six factors were extracted, accounting for 43.3% of the total variance: (1) “general interest in information about a healthcare facility,” (2) “online services-seeking,” (3) “health publications-seeking,” (4) “visual appeal perception,” (5) “social vulnerability or health limitations,” and (6) “interest in healthcare facility public (non-medical) activity”.*

Conclusion. *Healthcare facilities websites should provide information and functions not only based on existing legal acts requirements but based on patients’ preferences and needs.*

Keywords: *website; healthcare facility; hospital; Internet; quality; patient; preferences; patient-centered*

For citation. *Polukhin N.V., Ekkert N.V., Kozlov V.V. Patient perspective on healthcare facilities websites communication elements. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 226-246. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-226-246*

Введение

Коммуникации в сфере здравоохранения являются важным аспектом реализации и совершенствования оказания медицинской помощи и укрепления здоровья населения [13]. Как зарубежные [28; 17; 20], так и отечественные исследователи [3] подчеркивают возрастающую в последние годы роль информационных технологий и сети Интернет как основного канала коммуникации системы здравоохранения и отдельных ее элементов с населением, а исследователи L. Rice и R. Sara называют доступность Интернета для населения одной из новых социальных детерминант здоровья [26]. В своем исследовании Н. Ishikawa и Т. Kiuchi, основываясь на классификацию Центра по контролю и профилактике заболеваний США, наряду с прочими элементами практической коммуникации в сфере здравоохранения, отмечают совершенствование информирования потребителей о том, как получить медицинскую помощь, а также повышение доступности поиска и использования информации о здоровье населением [16].

Ключевым компонентом, определяющим активность использования населением сети Интернет в контексте охраны здоровья, является информационно-поисковое поведение в сфере здравоохранения (от англ. *online health information-seeking behavior*). Зарубежные авторы, рассматривающие в своих исследованиях вопросы активного поиска информации о здоровье в сети Интернет, подчеркивают влияние информационно-поискового поведения не только на повышение медицинской грамотности, но также и медицинской активности населения [30; 19; 22; 23]. Особое значение имеет взаимодействие пациентов с медицинскими организациями, так как именно медицинские организации непосредственно осуществляют медицинскую помощь и являются основной точкой соприкосновения населения с системой здравоохранения [25].

В условиях сформировавшихся рыночных отношений и реформ в сфере здравоохранения в Российской Федерации, коммуникации медицинских организаций с населением приобретают особое значение и в

плоскости конкурентной борьбы за потребителей как среди медицинских организаций частной, так и государственной и муниципальной систем здравоохранения [2; 5], включающей: повышение узнаваемости; информирование населения о спектре оказываемых медицинских услуг; формирование экспертного образа медицинской организации и специалистов, работающих в ней. Данные проблемы помогает решить веб-сайт медицинской организации, так как именно это средство цифровой коммуникации является сегодня предпочтительным для многих пациентов [28]. А. Hunsaker и E. Hargittai отмечают, что сформировавшиеся условия социализации и развития общества в цифровом пространстве обуславливает и то, что люди старшего возраста, традиционно считавшиеся менее активными пользователями Интернета, все чаще предпочитают использовать возможности всемирной сети для поиска информации о здоровье, медицинских организациях и медицинских услугах [15].

В настоящее время в Российской Федерации существует ряд нормативно-правовых требований к качеству веб-сайтов медицинских организаций и информации, обязательной к размещению на них [10]. В последние годы в отечественной научной литературе появились работы, посвященные оценке степени соответствия веб-сайтов медицинских организаций этим требованиям [4; 6; 9; 10]. Тем не менее, зарубежные исследователи отмечают значительно больший спектр показателей качества веб-сайтов медицинских организаций, в том числе с позиции потребительских предпочтений и удобства использования [7]. Следует подчеркнуть, что необходимость изучать мнение пациентов и адаптировать коммуникативные инструменты, в том числе веб-сайты медицинских организаций, опираясь на существующие закономерности в поведении и предпочтениях пациентов, приобретает особое значение в условиях развития пациент-ориентированного подхода [8]. Однако, данный вопрос недостаточно раскрыт в отечественных научных исследованиях.

Целью исследования было изучить информационные и потребительские предпочтения взрослого населения Российской Федерации при обращении к веб-сайтам медицинских организаций.

Материалы и методы

Для характеристики потребительских предпочтений населения Российской Федерации при взаимодействии с веб-сайтами медицинских организаций за период лето-осень 2020 года был проведен интернет-о-

прос. Для соответствия итоговой выборки целям исследования, из числа респондентов были исключены анкеты опрошенных, проживавших вне территории Российской Федерации, возрастом менее 18 лет, а также дублирования анкет для исключения намеренной или неумышленной повторной отправки ответов и повторного их учета при оценке результатов. Для дополнительного повышения качества обработки результатов осуществлялся контроль «прокликиваний» (быстрого и поверхностного прохождения опроса), исключавший анкеты респондентов, затративших на прохождение опроса время менее значения первого квартиля (5 минут 33 секунды). В итоговую выборку было включено 1319 респондентов, из них 618 мужчин (46,9%) и 701 женщина (53,1%). Медианный возраст опрошенных составил 40 лет (C_{25} – C_{75} : 29-52 года) с размахом от 18 до 81 года.

Протокол и дизайн исследования были рассмотрены и одобрены Локальным Комитетом по этике ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ (Сеченовский Университет) (протокол №19-20 заседания от 02.07.2020 г.). Форма опроса содержала исчерпывающую информацию о целях исследования, политике хранения и обработки персональных данных и обязательное для заполнения поле с информированным согласием на участие в исследовании. Ответы респондентов хранились в MySQL базе данных на защищенном от внешнего доступа сервере, находящимся на территории Российской Федерации.

Респондентам было предложено оценить значимость 30 элементов веб-сайтов медицинских организаций (компонентов), соответствующих представленной на веб-сайтах информации и функциям с помощью ликероподобной шкалы из 5 пунктов, где 1 – совсем не важно, 5 – очень важно. В опрос были включены как элементы веб-сайтов, соответствующие требованиям нормативно-правовых актов Российской Федерации, так и дополнительные – извлеченные из методик, использовавшихся в зарубежных и отечественных исследованиях по оценке качества веб-сайтов медицинских организаций [8].

Для характеристики распределения ответов респондентов использовались пропорции отметивших важность информации и функций, представленных на веб-сайтах, выбравших значение 4 и 5 пунктов (на 100 респондентов). Экстраполяция пропорций на генеральную совокупность включала расчет доверительных интервалов. Для уменьшения размерности данных и классификации респондентов использовался факторный анализ методом главных компонент с ортогональным вращением типа ва-

римакс. Оценка приемлемости применения факторного анализа для выборки оценивалась с помощью меры Кайзера-Мейера-Олкина, значение которой (0,899) отражало отличное соответствие по шкале Кайзера, а также критерия сферичности Бартлетта ($\chi^2=7060,191$, $df=435$, $p<0,001$), что позволило сделать вывод о приемлемости применения факторного анализа для итоговой выборки. В соответствии с темпом убывания собственных значений на графике «каменистой осыпи» было отобрано 6 факторов (Рисунок 1).

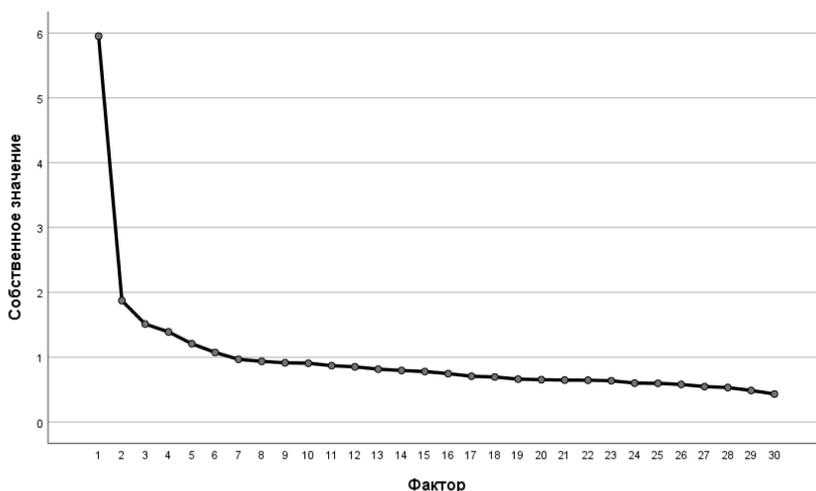


Рис. 1. График убывания собственных значений выявленных факторов

При расчете коэффициента корреляции между информационными и функциональными элементами веб-сайтов медицинских организаций с факторами существенными считались значения выше 0,300. Результаты применения факторного анализа (корреляционная матрица) представлены в порядке убывания значений коэффициента корреляции.

Статистическая обработка производилась в программном пакете IBM SPSS Statistics версии 26.

Результаты

Характеристика распределения ответов респондентов, отметивших важность информации и функций веб-сайтов медицинских организаций, выбравших ответ «Важно» и «Очень важно», представлена в Таблице 1.

Таблица 1.

Удельный вес опрошенных (n=1319), отметивших важность информации и функций веб-сайтов медицинских организаций

Элемент веб-сайта	n	n, %	95% ДИ, %
Версия для слабовидящих	418	31,7	29,2–34,2
Поиск по веб-сайту	813	61,6	59,0–64,2
Карта веб-сайта	578	43,8	41,2–46,5
Информация о МО	713	54,1	51,4–56,7
Контактная информация	1026	77,8	75,5–80,0
Общая информация о деятельности МО	801	60,7	58,1–63,3
Информация о платных услугах	824	59,5	56,8–62,1
Информация об услугах в рамках ОМС	813	52,6	49,9–55,3
Информация о специалистах МО	858	65,0	62,4–67,6
Информация для пациентов	505	40,0	37,3–42,6
Информация о лекарственных препаратах	590	27,6	25,2–30,1
Отзывы пациентов	868	65,8	63,2–68,3
Правовая информация	593	45,0	42,3–47,7
Ссылки на социальные сети	344	26,1	23,8–28,5
Онлайн-запись на прием	793	60,1	57,5–62,7
Возможность получения консультации онлайн	516	39,1	36,5–41,8
Дизайн веб-сайта	522	39,6	37,0–42,2
Удобство использования	759	57,5	54,9–60,2
Фотографии МО (онлайн-тур)	361	27,4	25,0–29,8
Общественные мероприятия	296	22,4	20,3–24,8
Информация об акциях и скидках	675	51,2	48,5–53,9
Адаптивность	831	63,0	60,4–65,6
Информация об отделениях	872	66,1	63,5–68,6
Скорость загрузки веб-сайта	852	64,6	62,0–67,1
Личный кабинет	700	53,1	50,4–55,8
Подписка на информационную рассылку	368	27,9	25,5–30,4
Публикации о здоровье	492	37,3	34,7–39,9
Указание автора публикации о здоровье	408	30,9	28,5–33,5
Указание на источники информации публикации	362	27,4	25,1–29,9
Указание даты публикации и обновлений	530	40,2	37,6–42,8

Примечание: 95% ДИ — 95% доверительный интервал, МО — медицинская организация

Результаты проведенного исследования демонстрируют, что респонденты наиболее часто отмечали важность контактной информации

(77,8%). Чуть реже, около $\frac{2}{3}$ опрошенных, отметили важность наличия на веб-сайтах медицинских организаций информации об отзывах пациентов, прошедших лечение (65,8%), а также о специалистах, работающих в них (65,0%). Аналогичные пропорции были выявлены среди отметивших важность скорости загрузки веб-сайта (64,6%) и корректного отображения веб-сайта медицинской организации на различных устройствах (адаптивность) (63,0%).

Наименьшее значение для респондентов имела информации об общественных мероприятиях, проводящихся в медицинской организации, ее значимость отметил лишь каждый пятый респондент (22,4%). Чуть большее значение, отмеченное примерно каждым четвертым респондентом, имело наличие ссылок на сообщества медицинской организации в социальных сетях (26,1%), фотографий или онлайн-тура по медицинской организации (27,4%), возможности подписаться на информационную рассылку (27,9%), указание на источники информации в размещенных на веб-сайте медицинской организации публикациях, посвященных вопросам здоровья (27,4%) и информация о лекарственных препаратах (27,6%).

Применение факторного анализа методом главных компонент с ортогональным вращением типа варимакс позволило выявить шесть основных факторов, суммарно обусловивших 43,3% дисперсии предпочтений участников опроса (Таблица 2).

С первым фактором наиболее сильно коррелировали следующие элементы: общая информация о деятельности медицинской организации (0,630), контактная информация (0,619), информация об услугах, оказываемых в рамках Программы государственных гарантий (ОМС) (0,555), отзывы пациентов (0,539), информация о специалистах, работающих в медицинской организации (0,535), информация об отделениях (0,524), общая информация о медицинской организации (0,499), информация о платных услугах (0,479), информация об акциях и скидках (0,467), наличие карты веб-сайта (0,465), наличие поиска по веб-сайту (0,379), информация для пациентов (0,328), правовая информация, включавшая информацию о вышестоящих и надзорных организациях (0,316). Данный фактор имел связь с наибольшим количеством элементов и обусловил 19,8% дисперсии.

Существенная корреляция со вторым фактором, обусловившим 6,2% дисперсии, была отмечена у поиска по веб-сайту (0,350), личного кабинета (0,636), онлайн-записи на прием (0,618), скорости загрузки веб-сайта (0,565), адаптивности (0,534), удобства использования (0,466) и возможности получить консультацию специалиста онлайн (0,451).

Таблица 2.

**Корреляционная матрица факторного анализа предпочтений
потребителей медицинских услуг при взаимодействии с веб-сайтами
медицинских организаций методом главных компонент**

Элемент веб-сайта	Фактор					
	1	2	3	4	5	6
Общая информация о деятельности МО	0,630	-0,052	0,125	0,021	-0,024	0,095
Контактная информация	0,619	0,153	-0,029	0,090	0,020	0,034
Информация об услугах в рамках ОМС	0,555	0,071	0,091	-0,069	0,199	0,080
Отзывы пациентов	0,539	0,140	0,137	0,173	0,099	0,044
Информация о специалистах МО	0,535	0,152	0,219	0,084	0,030	0,048
Информация об отделениях	0,524	0,299	0,174	0,162	0,008	-0,007
Информация о МО	0,499	-0,001	0,048	0,262	0,128	0,180
Информация о платных услугах	0,479	0,201	-0,032	-0,070	-0,101	-0,020
Информация об акциях и скидках	0,467	0,179	0,137	0,263	0,051	0,187
Карта веб-сайта	0,465	0,291	0,030	0,034	0,117	-0,155
Поиск по веб-сайту	0,379	0,350	0,018	-0,152	0,221	-0,206
Информация для пациентов	0,328	0,017	0,315	0,176	0,198	0,128
Личный кабинет	0,127	0,636	0,140	-0,046	0,033	0,120
Онлайн-запись на прием	0,210	0,618	-0,017	0,076	0,077	0,122
Скорость загрузки веб-сайта	0,177	0,565	0,124	0,066	-0,074	0,076
Адаптивность	0,061	0,534	0,039	0,157	0,051	-0,009
Удобство использования	0,187	0,466	0,037	0,328	-0,050	-0,152
Получение консультации онлайн	0,062	0,451	0,069	0,184	0,158	0,346
Указание на источники информации публикации	0,080	0,020	0,779	0,070	0,023	0,133
Указание автора публикации о здоровье	0,112	0,115	0,760	0,067	0,051	0,003
Указание даты публикации и обновлений	0,165	0,078	0,685	0,067	0,012	-0,064
Публикации о здоровье	0,084	0,121	0,535	0,112	0,102	0,274
Фотографии МО (онлайн-тур)	0,178	0,121	0,067	0,729	0,021	0,068
Дизайн веб-сайта	0,010	0,163	0,181	0,566	0,011	-0,057
Ссылки на социальные сети	0,162	0,272	0,061	0,400	0,154	0,303
Версия для слабовидящих	0,092	0,049	0,036	-0,003	0,845	-0,011
Информация о лекарственных препаратах	0,131	0,070	0,131	0,106	0,770	0,145
Общественные мероприятия	0,044	0,074	0,071	-0,256	0,049	0,649
Подписка на информационную рассылку	0,064	0,109	0,087	0,170	-0,001	0,576
Правовая информация	0,316	-0,121	0,157	0,326	0,134	0,383

Примечание: МО – медицинская организация

С третьим фактором, обусловившим 5,0% дисперсии, были преимущественно связаны элементы, относящиеся к публикациям о здоровье: непосредственно наличие публикаций (0,535), указание на источники информации (0,779), автора (0,760) и дату (0,685) публикации. Также была выявлена существенная корреляционная связь с информацией для пациента (0,315).

Четвертый фактор, обусловивший 4,6% дисперсии, был связан с наличием фотографий медицинской организации или онлайн-туром (0,729), дизайном веб-сайта (0,566), наличием ссылок на группы медицинской организации в социальных сетях (0,400), удобством использования (0,328) и правовой информацией (0,326).

Существенная корреляционная связь с пятым фактором была выявлена лишь у двух элементов: версией для слабовидящих (0,845) и информацией о лекарственных препаратах (0,770), однако сила связи этих элементов с фактором была наибольшей среди всех элементов с прочими факторами. Данный фактор обусловил 4,0% дисперсии.

С шестым фактором, обусловившим 3,6% дисперсии, существенную связь имели сведения об общественных мероприятиях, проводящихся в медицинской организации (0,649), возможность подписаться на информационную рассылку (0,576), правовая информация (0,383) и возможность получить консультацию специалиста онлайн (0,346).

Обсуждение

В ходе исследования были изучены информационные и потребительские предпочтения взрослого населения Российской Федерации при обращении к веб-сайтам медицинских организаций. Несмотря на различия в приоритетности для населения отдельных элементов информационного и функционального содержания веб-сайтов медицинских организаций, факторный анализ позволил классифицировать и выявить 6 факторов, обобщивших существующие предпочтения респондентов в отношении информационных и функциональных элементов веб-сайтов медицинских организаций.

Наибольшая группа респондентов отмечала важность общей информации о медицинской организации и ее деятельности. Элементы, связанные с этим фактором, относятся к существующим требованиям нормативно-правовых актов, в частности, приказа Минздрава РФ от 30 декабря 2014 г. №956н «Об информации, необходимой для проведения независимой оценки качества оказания услуг медицинскими организациями, и требованиях

к содержанию и форме предоставления информации о деятельности медицинских организаций, размещаемой на официальных сайтах Министерства здравоохранения Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и медицинских организаций в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»». Несмотря на то, что данный фактор охватывает не все элементы, изложенные в требованиях, можно сделать вывод о соответствии существующих требований интересам значительной части населения в аспекте коммуникации с помощью информационных ресурсов (веб-сайтов) медицинских организаций. Данную часть респондентов можно обобщено описать, как группу интересующихся основной информацией о деятельности медицинских организаций.

Второй фактор был связан с элементами, позволяющими непосредственно взаимодействовать и получать услуги и информацию о своем здоровье онлайн. Большая в сравнении с прочими факторами величина собственного значения может быть объяснена уже начавшейся в момент проведения опроса пандемией COVID-19 и введением связанных с ней ограничений, коснувшихся как социальной, так и, безусловно, медицинской сферы, что подтверждается данными исследований, посвященных вопросам необходимости использования и заинтересованности в цифровых медицинских сервисах как среди населения России [1], так и стран Запада, Азии и Ближнего Востока [18; 21].

Третий выявленный фактор, имевший связь с публикациями о здоровье и их структурных компонентах (дата публикации, наличие ссылок на источники информации, указание автора публикации и его квалификации), подчеркивает необходимость размещать на веб-сайтах медицинских организаций актуальную и достоверную информацию о здоровье. Полученные результаты соответствуют данным ранее проведенных исследований, отмечавших, что интернет-ресурсы и, в частности, веб-сайты медицинских организаций, являются наиболее предпочтительными и вызывающими доверие источниками информации о здоровье для населения [14; 24]. Однако, не смотря на высокую значимость достоверности информации о здоровье, в том числе и публикуемой в интернет-пространстве, как одного из ключевых компонентов формирования медицинской грамотности населения и реализации профилактических мероприятий [12], на сегодняшний день в России еще не окончательно утвердились правовые механизмы ее обеспечения и ответственности за умышленное распространение недостоверной и потенциально опасной для пациентов информации.

Четвертый фактор был связан с элементами визуального оформления веб-сайтов (дизайн) и самих медицинских организаций (наличие фотографий или онлайн-тура), а также удобства использования веб-сайта и наличием ссылок на социальные сети. Данный фактор может характеризовать ту часть населения, которую принято называть визуалами — индивидами, воспринимающими информацию и формирующими мнение об окружающем мире преимущественно с помощью зрения. Значимость визуального представления информации о здоровье для пациентов подтверждает выводы исследований, отмечавших значимость визуальной коммуникации при осуществлении профилактических и лечебных мероприятий [29; 11]. Наличие выявленных корреляций между визуальными элементами подчеркивает необходимость не только обеспечить полноту и достоверность содержания веб-сайтов медицинских организаций, но и представить его в соответствующей современным требованиям и ожиданиям потребителей форме. Наличие связи фактора с таким элементом, как наличие правовой информации и информации о вышестоящих и надзорных организациях, может также характеризовать большую требовательность данной группы респондентов к уровню сервиса и качеству оказываемой медицинской помощи, так как фотографии медицинской организации или онлайн-тур и дизайн веб-сайта позволяют сформировать определенное представление об уровне сервиса и качестве медицинской помощи и являются важными аспектами, влияющими на выбор пациентом медицинской организации.

Пятый фактор включал всего два элемента: версию для слабовидящих и информацию о лекарственных препаратах. Данный фактор может характеризовать предпочтения пациентов, имеющих хронические заболевания, а также нуждающихся в мерах социальной защиты. Высокий уровень корреляции элементов особо подчеркивает, что все интерактивные способы коммуникации в Интернете должны обязательно учитывать потребности лиц с нарушениями функций организма, ограничениями жизнедеятельности и предоставлять исчерпывающую информацию о различных мерах социальной защиты для категорий населения, имеющих право на льготы.

Шестой фактор позволил обобщить респондентов, отметивших важность информации об общественной деятельности и активности медицинской организации в социальной сфере. В данном факторе также была отмечена связь с правовой информацией и информацией о вышестоящих и надзорных организациях, что косвенно подчеркивает внимание данной группы респондентов к уровню сервиса и качеству медицинских услуг, а также особое внимание к обеспечению прав пациентов, что также вписывается в общую

характеристику данной группы. Деятельность организации вне плоскости медицинской помощи позволяет потребителям получить представление о заинтересованности и активности медицинской организации и тем самым целостно сформировать образ медицинской организации и специалистов, работающих в ней, что в последствии будет положительно влиять на выбор медицинской организации и удовлетворенность медицинской помощью [27]. Корреляция с возможностью получить консультацию онлайн может также указывать на желание потребителей оценить вовлеченность и квалификацию еще до личного посещения медицинской организации.

Заключение

Несмотря на различия в пропорциях опрошенных, отметивших важность различных элементов информационного и функционального наполнения веб-сайтов медицинских организаций, выявленные в результате применения факторного анализа группы респондентов демонстрируют, что медицинским организациям необходимо предоставить потребителям медицинских услуг более широкий набор информации и функций веб-сайта, выходящий за пределы существующих требований нормативно-правовых актов, однако, соответствующих потребностям и предпочтениям самих пациентов.

Данное исследование и интерпретация выводов, безусловно, имеет некоторые ограничения. Опрос проводился в сети Интернет, поэтому экстраполяция результатов должна осуществляться лишь на ту часть населения, которая хотя бы изредка использует Интернет. Характер привлечения респондентов посредством размещения приглашения для участия в открытом доступе предполагал самоотбор, следовательно, в итоговую выборку могли попасть более активные интернет-пользователи, что, в свою очередь, могло привести к некоторым смещениям в пропорциях важности тех или иных информационных и функциональных элементов веб-сайтов медицинских организаций. Данное исследование представляет собой базовый обзор потребительских предпочтений населения в сфере здравоохранения в Интернете. Для подтверждения выдвинутых гипотез и достоверного подтверждения причинно-следственных связей требуется проведение когортных и экспериментальных исследований с применением вероятностного отбора участников.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. АО «Анкетолог». Можно ли доверять телемедицине? Мнение россиян [Электронный ресурс]. URL: <https://iom.anketolog.ru/2020/05/27/telemedicina-2020> (дата обращения: 16.09.2021).
2. Горячев Н.А. Инновационный маркетинг в стоматологическом бизнесе / Н.А. Горячев, Д.Н. Горячев, С.В. Варламов // Проблемы современной экономики. 2017. № 1(61). С. 93-97.
3. Гришина М.А. Коммуникация по поводу здоровья: теоретический и практический аспекты // Анализ риска здоровью. 2018. №2. С.138-150. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.2.16>
4. Колгашкин А.Ю. Информация в сети Интернет о государственных наркологических учреждениях. Критический анализ / А.Ю. Колгашкин, Ю.Н. Кучеров, Е.Ю. Тетенова и др. // Наркология. 2015. № 9. С. 11-17. URL: http://www.narkotiki.ru/50_2078.htm
5. Красноставская Н.В. Поведение индивидуальных потребителей услуг частных медицинских центров на предпокупочных стадиях в виртуальном пространстве / Н.В. Красноставская, И.Е. Шевцова // Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10, № 2. С. 27. URL: <https://esj.today/86ecvн218.html>
6. Муравьева В.Н. Веб-ресурсы учреждений здравоохранения как механизм повышения доступности медицинской помощи населению / В.Н. Муравьева, А.В. Муравьев, А.А. Хрипунова и др. // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 11, № 1. С. 114-116. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2016.11013>
7. Полухин Н.В. Базовая концепция оценки качества веб-сайтов медицинских организаций // Медицинский Вестник МВД. 2021. Т. 113, № 4(113). С. 68-73.
8. Хальфин Р.А. Пациент-ориентированный подход: базовые понятия / Р.А. Хальфин, Л.Е. Сырцова, Д.П. Львова и др. // Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2017. № 1-2. С. 9-13. URL: <https://ps.newdiamed.ru/issue/id30811/id30820>
9. Ходакова О.В. Комплексная оценка официальных сайтов медицинских организаций / О.В. Ходакова, Ю.В. Евстафьева // Здравоохранение Российской Федерации. 2017. Т. 61, № 2. С. 70-75. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2017-61-2-70-75>
10. Эккерт Н.В. Представление информации для потребителей медицинских услуг на веб-сайтах медицинских организаций: проблемы и пути решения / Н.В. Эккерт, Н.В. Полухин // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2019. № 3(37). С. 62-70. <https://doi.org/10.31556/2219-0678.2019.37.3.062-070>

11. Bouyer-Ferullo S. Adding a Visual Communication Tool to the Electronic Health Record to Prevent Pressure Injuries / S. Bouyer-Ferullo, C. O'Connor, E. Kinnealey // *AORN Journal*, 2021, vol. 113, no. 3, pp. 253-262. <https://doi.org/10.1002/aorn.13323>
12. Coughlin S.S. Patient web portals, disease management, and primary prevention / S.S. Coughlin, J.J. Prochaska, L.B. Williams et al. // *Risk Management and Healthcare Policy*, 2017, vol. 10, pp. 33-40. <https://doi.org/10.2147/rmhp.s130431>
13. Guenther L. Framing as a Concept for Health Communication: A Systematic Review / L. Guenther, M. Gaertner, J. Zeitz // *Health Communication*, 2021, vol. 36, no. 7, pp. 891-899. <https://doi.org/10.1080/10410236.2020.1723048>
14. Jacobs W. Health information seeking in the digital age: An analysis of health information seeking behavior among US adults / W. Jacobs, A.O. Amuta, K.C. Jeon // *Cogent Social Sciences*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 1302785. <https://doi.org/10.1080/23311886.2017.1302785>
15. Hunsaker A. A review of Internet use among older adults / A. Hunsaker, E. Hargittai // *New Media & Society*, 2018, vol. 20, no. 10, pp. 3937-3954. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/1461444818787348>
16. Ishikawa H. Health literacy and health communication / H. Ishikawa, T. Kiyuchi // *BioPsychoSocial Medicine*, 2010, vol. 4, no. 1, pp. 18. <http://dx.doi.org/10.1186/1751-0759-4-18>
17. Kreps G.L. The value of health communication scholarship: New directions for health communication inquiry // *International Journal of Nursing Sciences*, 2020, vol. 7, no. Suppl 1, pp. S4-S7. <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.ijnss.2020.04.007>
18. Latifi R. Perspective on COVID-19: Finally, Telemedicine at Center Stage / R. Latifi, C.R. Doarn // *Telemedicine and e-Health*, 2020, vol. 26, no. 9, pp. 1106-1109. <https://doi.org/10.1089/tmj.2020.0132>
19. Lee H.Y. Role of Health Literacy in Health-Related Information-Seeking Behavior Online: Cross-sectional Study / H.Y. Lee, S.W. Jin, C. Henning-Smith et al. // *Journal of Medical Internet Research*. 2021, vol. 23, no. 1, pp. e14088. <https://doi.org/10.2196/14088>
20. Malikhao P. Health Communication: Approaches, Strategies, and Ways to Sustainability on Health or Health for All // *Handbook of Communication for Development and Social Change* / J. Servaes (editor). Singapore: Springer, 2020, pp. 1015-1037. https://dx.doi.org/10.1007%2F978-981-15-2014-3_137
21. Monaghesh E. The role of telehealth during COVID-19 outbreak: a systematic review based on current evidence / E. Monaghesh, A. Hajizadeh // *BMC Pub-*

- lic Health, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 1193. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09301-4>
22. Nutbeam D. Understanding and Responding to Health Literacy as a Social Determinant of Health / D. Nutbeam, J.E. Lloyd // *Annual Review of Public Health*, 2021, vol. 42, no. 1, pp. 159-173. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-090419-102529>
 23. Özkan S. The Relationship Between Health Literacy Level and Media Used as a Source of Health-Related Information / S. Özkan, H. Tüzün, A.U. Dikmen et al. // *HLRP: Health Literacy Research and Practice*, 2021, vol. 5, no. 2, pp. e109-e117. <https://dx.doi.org/10.3928%2F24748307-20210330-01>
 24. Peterson E.B. Trust in national health information sources in the United States: comparing predictors and levels of trust across three health domains / E.B. Peterson, W.-Y.S. Chou, D.E. Kelley et al. // *Translational Behavioral Medicine*, 2020, vol. 10, no. 4, pp. 978-988. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz066>
 25. Purcarea V.L. The impact of marketing strategies in healthcare systems // *Journal of medicine and life*, 2019, vol. 12, no. 2, pp. 93-96. <https://dx.doi.org/10.25122%2Fjml-2019-1003>
 26. Rice L. Updating the determinants of health model in the Information Age / L. Rice, R. Sara // *Health Promotion International*, 2019, vol. 34, no. 6, pp. 1241-1249. <https://doi.org/10.1093/heapro/day064>
 27. Sukawati T.G.R. Hospital Brand Image, Service Quality, and Patient Satisfaction in Pandemic Situation // *Jurnal Medicoeticolegal dan Manajemen Rumah Sakit*, 2021, vol. 10, no. 2, pp. 119-127. <https://doi.org/10.18196/jmmr.v10i2.12230>
 28. Thai C.L. Chapter 2: Trust in Health Information Sources and Channels, Then and Now: Evidence from the Health Information National Trends Survey (2005–2013) / C.L. Thai, A. Gaysynsky, A. Falisi et al. // *eHealth: Current Evidence, Promises, Perils and Future Directions (Studies in Media and Communications, vol. 15)*. T.M. Hale, W.-Y.S. Chou, S.R. Cotten, A. Khilnani (editors). Bingley: Emerald Publishing Limited, 2018, pp. 43-67. <https://doi.org/10.1108/S2050-206020180000015002>
 29. Turchioe M.R. Visual analogies, not graphs, increase patients' comprehension of changes in their health status / M.R. Turchioe, L.V. Grossman, A.C. Myers et al. // *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2020, vol. 27, no. 5, pp. 677-689. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocz217>
 30. Zhang X. Exploring the Effects of Patient Activation in Online Health Communities on Patient Compliance / X. Zhang, R. Zhang, X. Lu // *Telemedicine and e-Health*, 2020, vol. 26, no. 11, pp. 1373-1382. <https://doi.org/10.1089/tmj.2019.0258>

References

1. Anketolog JSC. *Mozhno li doveryat' telemeditsine? Mnenie rossiyan* [Can we trust the telemedicine? Russians' opinion]. <https://iom.anketolog.ru/2020/05/27/telemedicina-2020> (accessed September 16, 2021).
2. Goriachev N.A., Goriachev D.N, Varlamov S.V. Innovatsionnyy marketing v stomatologicheskom biznese [Innovative marketing in dentistry business]. *Problems of modern economics*, 2017, no. 1(61), pp. 93-97.
3. Grishina M.A. Health communication: Theoretical and practical aspects. *Health risk analysis*, 2018, no. 2, pp. 138-150. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.2.16>
4. Kolgashkin A.J., Kucherov J.N, Tetenova E.J. Nadezhdin A.V. Information on state addiction clinics in internet. Critical analysis. *Narcology*, 2015, no. 9, pp. 11-17. http://www.narkotiki.ru/50_2078.htm
5. Krasnostavskaya N.V., Shevtsova I.E. Behavior of individual consumers of services of private medical centers on the pre-procurement stages in the virtual space. *The Eurasian scientific journal*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 27. <https://esj.today/86ecvn218.html>
6. Muravieva V. N., Muraviev A.V., Khripunova A. A. et al. Web resources of the medical organizations as a mechanism to improve access medical care. *Medical news of North Caucasus*, 2016, vol. 11, no. 1, pp. 114-116. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2016.11013>
7. Polukhin N.V. The basic framework for health facilities' websites quality evaluation. *MIA Medical Bulletin*, 2021, vol. 113, no. 4(113), pp. 68-73.
8. Halfin R.A., Syrtsova L.E., Lvova D.P et al. A patient-centered approach: basic concepts. *Health care standardization problems*, 2017, no. 1-2, pp. 9-13. <https://ps.newdiamed.ru/issue/id30811/id30820>
9. Khodakova O.V., Evstaf'eva Yu.V. The complex assessment of official web-sites of medical organizations. *Health care of the Russian Federation*, 2017, vol. 61, no. 2, pp. 70-75. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2017-61-2-70-75>
10. Ekkert N.V., Polukhin N.V. Presentation of information for consumers of medical services on the websites of health facilities: problems and solutions. *Medical Technologies. Assessment and Choice*, 2019, no. 3(37), pp. 62-70. <https://doi.org/10.31556/2219-0678.2019.37.3.062-070>
11. Bouyer-Ferullo S, O'Connor C., Kinnealey E. Adding a Visual Communication Tool to the Electronic Health Record to Prevent Pressure Injuries. *AORN Journal*, 2021, vol. 113, no. 3, pp. 253-262. <https://doi.org/10.1002/aorn.13323>
12. Coughlin S.S., Prochaska J.J., Williams L.B. et al. Patient web portals, disease management, and primary prevention. *Risk Management and Healthcare Policy*, 2017, vol. 10, pp. 33-40. <https://doi.org/10.2147/rmhp.s130431>

13. Guenther L., Gaertner M., Zeitz J. Framing as a Concept for Health Communication: A Systematic Review. *Health Communication*, 2021, vol. 36, no. 7, pp. 891-899. <https://doi.org/10.1080/10410236.2020.1723048>
14. Jacobs W., Amuta A.O., Jeon K.C. Health information seeking in the digital age: An analysis of health information seeking behavior among US adults. *Cogent Social Sciences*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 1302785. <https://doi.org/10.1080/23311886.2017.1302785>
15. Hunsaker A. Hargittai E. A review of Internet use among older adults. *New Media & Society*, 2018, vol. 20, no. 10, pp. 3937-3954. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/1461444818787348>
16. Ishikawa H. Kiuchi T. Health literacy and health communication. *BioPsychoSocial Medicine*, 2010, vol. 4, no. 1, pp. 18. <http://dx.doi.org/10.1186/1751-0759-4-18>
17. Kreps G.L. The value of health communication scholarship: New directions for health communication inquiry. *International Journal of Nursing Sciences*, 2020, vol. 7, no. Suppl 1, pp. S4-S7. <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.ijnss.2020.04.007>
18. Latifi R., Doarn C.R. Perspective on COVID-19: Finally, Telemedicine at Center Stage. *Telemedicine and e-Health*, 2020, vol. 26, no. 9, pp. 1106-1109. <https://doi.org/10.1089/tmj.2020.0132>
19. Lee H.Y., Jin S.W., Henning-Smith C. et al. Role of Health Literacy in Health-Related Information-Seeking Behavior Online: Cross-sectional Study. *Journal of Medical Internet Research*, 2021, vol. 23, no. 1, pp. e14088. <https://doi.org/10.2196/14088>
20. Malikhao P. Health Communication: Approaches, Strategies, and Ways to Sustainability on Health or Health for All. Handbook of Communication for Development and Social Change. Servaes J. (editor). Singapore: Springer, 2020, pp. 1015-1037. https://dx.doi.org/10.1007%2F978-981-15-2014-3_137
21. Monaghesh E. Hajizadeh A. The role of telehealth during COVID-19 outbreak: a systematic review based on current evidence. *BMC Public Health*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 1193. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09301-4>
22. Nutbeam D. Lloyd J.E. Understanding and Responding to Health Literacy as a Social Determinant of Health. *Annual Review of Public Health*, 2021, vol. 42, no. 1, pp. 159-173. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-090419-102529>
23. Özkan S., Tüzün H., Dikmen A.U. et al. The Relationship Between Health Literacy Level and Media Used as a Source of Health-Related Information. *HLRP: Health Literacy Research and Practice*, 2021, vol. 5, no. 2, pp. e109-e117. <https://dx.doi.org/10.3928%2F24748307-20210330-01>
24. Peterson E.B., Chou W.-Y.S., Kelley D.E. et al. Trust in national health information sources in the United States: comparing predictors and levels of trust

- across three health domains. *Translational Behavioral Medicine*, 2020, vol. 10, no. 4, pp. 978-988. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz066>
25. Purcarea V.L. The impact of marketing strategies in healthcare systems. *Journal of Medicine and Life*, 2019, vol. 12, no. 2, pp. 93-96. <https://dx.doi.org/10.25122%2Fjml-2019-1003>
26. Rice L., Sara R. Updating the determinants of health model in the Information Age. *Health Promotion International*, 2019, vol. 34, no. 6, pp. 1241-1249. <https://doi.org/10.1093/heapro/day064>
27. Sukawati T.G.R. Hospital Brand Image, Service Quality, and Patient Satisfaction in Pandemic Situation. *Jurnal Medicoeticolegal dan Manajemen Rumah Sakit*, 2021, vol. 10, no. 2, pp. 119-127. <https://doi.org/10.18196/jmmr.v10i2.12230>
28. Thai C.L., Gaysynsky A., Falisi A. et al. Chapter 2: Trust in Health Information Sources and Channels, Then and Now: Evidence from the Health Information National Trends Survey (2005–2013). *eHealth: Current Evidence, Promises, Perils and Future Directions (Studies in Media and Communications, vol. 15)*. Hale T.M., Chou W.-Y.S., Cotten S.R., Khilnani A. (editors). Bingley: Emerald Publishing Limited, 2018, pp. 43-67. <https://doi.org/10.1108/S2050-206020180000015002>
29. Turchioe M.R., Grossman L.V., Myers A.C. et al. Visual analogies, not graphs, increase patients' comprehension of changes in their health status. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2020, vol. 27, no. 5, pp. 677-689. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocz217>
30. Zhang X., Zhang R., Lu X. Exploring the Effects of Patient Activation in Online Health Communities on Patient Compliance. *Telemedicine and e-Health*, 2020, vol. 26, no. 11, pp. 1373-1382. <https://doi.org/10.1089/tmj.2019.0258>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Полухин Никита Валерьевич, ассистент кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министрства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

ул. Большая Пироговская, 2с2, г. Москва, 119435, Российская Федерация

polukhin_n_v@staff.sechenov.ru

Эккерт Наталья Владимировна, д.м.н., профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Большая Пироговская, 2с2, г. Москва, 119435, Российская Федерация
ekkert_n_v@staff.sechenov.ru

Козлов Василий Владимирович, к.м.н., доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Большая Пироговская, 2с2, г. Москва, 119435, Российская Федерация
kozlov_v_v@staff.sechenov.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Nikita V. Polukhin, Assistant Professor, N.A. Semashko Department of Public Health and Health Care
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)
2 building 2, Bolshaya Pirogovskaya Str., Moscow, 119435, Russian Federation
polukhin_n_v@staff.sechenov.ru
SPIN-code: 8047-9245
ORCID: 0000-0002-9540-5793

Natalia V. Ekkert, Dr. Sc. (Medicine), Professor, N.A. Semashko Department of Public Health and Health Care
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)

2 building 2, Bolshaya Pirogovskaya Str., Moscow, 119435, Russian Federation

ekkert_n_v@staff.sechenov.ru

SPIN-code: 7404-1145

ORCID: 0000-0002-3667-7991

ResearcherID: B-1895-2017

Scopus Author ID: 23987703100

Vasiliy V. Kozlov, Cand. Sc. (Medicine), Associate Professor, N.A. Semashko
Department of Public Health and Health Care
*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of
Health of the Russian Federation (Sechenov University)
2 building 2, Bolshaya Pirogovskaya Str., Moscow, 119435, Russian
Federation*

kozlov_v_v@staff.sechenov.ru

SPIN-code: 7703-0013

ORCID: 0000-0002-2389-3820

Researcher ID: B-2647-2017

Scopus Author ID: 57191536076

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 21.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 21.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-247-263

УДК 614.2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРИВЕРЖЕННОСТЬ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ К МОДИФИКАЦИИ ОБРАЗА ЖИЗНИ

М.В. Водолагин, Н.В. Эккерт, В.В. Козлов

Введение. Сахарный диабет является одним из наиболее распространенных неинфекционных заболеваний (НИЗ) во всем мире. При этом высокая распространённость различных факторов риска развития сахарного диабета является одной из причин увеличения численности пациентов с диабетом во всех странах мира, высокого уровня инвалидизации и преждевременной смертности лиц трудоспособного возраста. Важным компонентом достижения необходимого терапевтического эффекта является соблюдение пациентом, страдающим сахарным диабетом, назначенного лечения и изменение привычного образа жизни во многих сферах жизнедеятельности. При этом различные факторы, связанные как с качеством и доступностью оказания медицинской помощи, так и с индивидуальными особенностями самого пациента, могут повлиять на его приверженность к модификации (изменению) привычного образа жизни.

Цель. Изучить медико-социальные факторы, влияющие на приверженность пациентов с сахарным диабетом к модификации образа жизни.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 434 респондента с установленным диагнозом «Сахарный диабет» в возрасте от 18 до 80 лет, в том числе 221 женщина (50,92%) и 213 мужчин (49,08%). Анкета состояла из 2 частей, первая часть, разработанная ассистентом Водолагиным М.В., включала 54 вопроса о состоянии здоровья респондентов, уровне знаний о сахарном диабете, наличии факторов риска, использовании информационно-коммуникационных технологий в процессе лечения сахарного диабета и др., вторая часть включала «Российский универсальный опросник количественной оценки приверженности к лечению» (КОП-25) (разработанный Николаевым Н.А. и Скирденко Ю.П., 2008 г.). Была произведена оценка уровня приверженности пациентов с сахарным диабетом к модификации (изменению) образа жизни, оценены основные факторы, влияющие на уровень их приверженности.

Результаты. По результатам проведенного опроса практически у каждого второго пациента с сахарным диабетом был выявлен низкий уровень приверженности к модификации образа жизни (47,70%, $n=207$, 95%ДИ 43,03–52,40%), были выявлены статистически значимые различия по уровню приверженности к модификации образа жизни среди респондентов: по типу сахарного диабета ($p<0,001$), у респондентов посещавших Школы диабета (ШД) ($p<0,001$), у респондентов с высоким уровнем знаний о диабете ($p<0,001$), у респондентов, ответивших, что они соблюдают назначенный режим лечения ($p=0,001$); у респондентов, чаще посещающих лечащего врача ($p=0,009$), у респондентов, использовавших дистанционные формы взаимодействия с лечащим врачом ($p<0,001$), у респондентов в более молодых возрастных группах ($p<0,001$), у респондентов с менее длительным стажем сахарного диабета ($p=0,006$).

Выводы. В связи с тем, что эффективность лечения хронических заболеваний зависит от сохранения высокого уровня мотивации пациентов, тщательного соблюдения схем лечения и модификации образа жизни на длительный срок, только активное вовлечение и участие пациентов в процессе лечения, в том числе, с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, будут способствовать повышению качества жизни пациентов с сахарным диабетом, снижению показателей инвалидизации и преждевременной смертности.

Ключевые слова: сахарный диабет; приверженность к модификации образа жизни; профилактика осложнений диабета; обучение пациентов; качество жизни

Для цитирования. Водолагин М.В., Эккерт Н.В., Козлов В.В. Оценка влияния медико-социальных факторов на приверженность пациентов с сахарным диабетом к модификации образа жизни // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 247-263. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-247-263

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MEDICAL AND SOCIAL FACTORS ON THE ADHERENCE OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS TO LIFESTYLE MODIFICATION

M.V. Vodolagin, N.V. Ekkert, V.V. Kozlov

Introduction. Diabetes mellitus is one of the most common noncommunicable diseases worldwide. At the same time, the high prevalence of various risk factors for the development of diabetes mellitus is one of the reasons for the increase in the number of patients with diabetes in all countries of the world, a high level of disability and premature mortality of people of working age. An important compo-

ment of achieving the required therapeutic effect is the compliance of the patient with diabetes mellitus with the prescribed treatment and change in the usual way of life in many spheres of life. Thus, various factors related to both the quality and availability of medical care and the individual characteristics of the patient himself can affect adherence (change) to lifestyle modification.

Purpose. To explore the medico-social factors, which influencing the adherence of patients with diabetes mellitus to their lifestyle modification.

Materials and methods. The research involved 434 respondents with an established diagnosis of diabetes mellitus aged 18 to 80, including 221 women (50.92%) and 213 men (49.08%). The questionnaire consisted 2 parts, the first part, developed by the assistant M.V. Vodolagin, included 54 questions about the health status of respondents, the level of knowledge about diabetes mellitus, the presence of risk factors, the use of information and communication technologies in the treatment of diabetes mellitus and others, the second part included the "Russian universal questionnaire for quantifying adherence to treatment" (KOP-25) (developed by N. Nikolaev and Yu.P. Skirdenko, 2008). The level of adherence of patients with diabetes mellitus to lifestyle modification (change) was assessed, the main factors influencing the level of their adherence were assessed.

Results. According to the results of the survey, almost every second patient with diabetes mellitus had a low level of adherence to lifestyle modification (47.70%, $n = 207$, 95% CI 43.03–52.40%), statistically significant differences in the level of adherence to lifestyle modification among respondents: by type of diabetes mellitus ($p < 0.001$), among respondents who attended Diabetes Schools ($p < 0.001$), among respondents with a high level of knowledge about diabetes ($p < 0.001$), among respondents who answered that they adhere to the prescribed treatment regimen ($p = 0.001$); among respondents who visit their attending physician more often ($p = 0.009$), among respondents who used remote forms of interaction with their attending physician ($p < 0.001$), among respondents in younger age groups ($p < 0.001$), among respondents with less long experience of diabetes mellitus ($p = 0.006$).

Conclusion. Due to the fact that the effectiveness of the treatment of chronic diseases depends on maintaining a high level of patient motivation, careful adherence to treatment regimens and lifestyle modifications for a long time, only the active involvement and participation of patients in the treatment process, including using modern information and communication technologies will help improve the quality of life of patients with diabetes mellitus, reduce the rate of disability and premature mortality.

Keywords: diabetes mellitus; adherence to lifestyle modification; prevention of diabetes complications; patient education; quality of life

***For citation.** Vodolagin M.V., Ekkert N.V., Kozlov V.V. Assessment of the influence of medical and social factors on the adherence of patients with diabetes mellitus to lifestyle modification. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 247-263. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-247-263*

Введение

По данным Международной диабетической федерации (IDF) в 2019 г. в мире страдало сахарным диабетом около 463 млн. пациентов в возрасте 20-79 лет, что составляло почти 1/10 от взрослого трудоспособного населения планеты [2]. Общая численность пациентов, страдающих сахарным диабетом в России на 27.09.2021 г. составила 4,923 млн человек (3,4% населения РФ), в том числе: СД1 – 5,6% (269,4 тыс.), СД2 – 92,4% (4,55 млн.), другими типами СД – 2% (104,7 тыс.). Сахарный диабет приводит к развитию болезней системы кровообращения, ретинопатии, слепоты, почечной недостаточности и ампутации нижних конечностей, что обуславливает высокую медико-социальную значимость данного заболевания. Выявляемая в последние десятилетия во всех странах мира тенденция к росту числа пациентов, страдающих сахарным диабетом, сопровождается большими финансовыми затратами, связанными с высокими расходами систем здравоохранения на лечение и реабилитацию пациентов с диабетом и его осложнениями, на льготное лекарственное обеспечение пациентов, а также в связи с высоким риском инвалидизации, снижением продолжительности жизни и преждевременной смертностью [6].

Модификация (или изменение) образа жизни пациентов с сахарным диабетом является одним из важнейших компонентов эффективного лечения, при этом пациенты с диабетом очень часто сталкиваются с различными проблемами при изменении своего привычного образа жизни. Для успешного достижения целевых показателей по уровню глюкозы в крови и уровню гликированного гемоглобина в крови, пациентам с диабетом необходимо внести изменения в привычный рацион питания, так как избыточная масса тела и ожирение являются одними из наиболее опасных факторов риска развития как диабета, так и его осложнений. При этом необходимо отметить, что вышеуказанные факторы риска связаны не только с нерациональным питанием, но и с различными поведенческими факторами. В проведенном Matti Uusitupa et al. метаанализе по проблеме изменения образа жизни и профилактики сахарного диабета 2 типа было установлено, что изменение рациона питания и подобранная рациональная диета способствовали как предотвращению развития сахарного диа-

бета 2 типа у здоровых граждан, так и улучшению показателей состояния здоровья пациентов с сахарным диабетом, при этом также снижался риск развития различных сердечно-сосудистых заболеваний [8; 14; 15].

Необходимым условием для поддержания высокого уровня мотивации пациентов с сахарным диабетом к изменению образа жизни является индивидуальное обучение, которое должно включать в себя объяснение врачом основных принципов ежедневного самоконтроля за состоянием своего здоровья, обучение навыкам измерения уровня глюкозы в крови с помощью глюкометра, измерения уровня артериального давления, расчета дозы и способов введения инсулина, а также необходимости планирования в течение дня приема пищи, вида и продолжительности физической нагрузки, приема других лекарственных средств, планирования визитов к лечащему врачу, сроков прохождения диспансеризации и осмотра у врачей-специалистов для ранней диагностики и предотвращения развития осложнений сахарного диабета. При этом обучающая программа должна быть адаптирована для конкретного пациента и учитывать тип сахарного диабета, социальный статус пациента, уровень его образования, пол, возраст, убеждения, отношение к своему здоровью, степень приверженности к соблюдению рекомендаций врача, а также индивидуальные психологические особенности личности пациента [2; 11].

В исследовании, проведенном Ehrhardt N., Al Zaghal E. (2019), отмечалось улучшение целевых показателей лечения сахарного диабета, снижение случаев гипо- и гипергликемии при использовании современных информационно-коммуникационных технологий, позволяющих пациентам с сахарным диабетом напрямую общаться с лечащим врачом для получения необходимых консультаций с использованием специализированных приложений для мобильных телефонов (смартфонов) или на интернет-сайтах для пациентов с сахарным диабетом [7].

Таким образом, в настоящее время используются различные способы повышения уровня приверженности пациентов с сахарным диабетом к модификации своего образа жизни. Целью данного исследования было изучить медико-социальные факторы, влияющие на приверженность пациентов с сахарным диабетом к модификации своего образа жизни.

Материалы и методы

При проведении комплексного медико-социального исследования были опрошены 434 пациента с сахарным диабетом в возрасте от 18 до 80 лет (наибольший удельный вес составила возрастная группа 50–59 лет – 27,65%, n=120, ДИ95% 23,63–32,07%). Среди респондентов были 221

женщина (50,92% ДИ95% 46,21–55,62%) и 213 мужчин (49,08% ДИ95% 44,38–53,79%).

Анкета состояла из 2 частей, первая часть, разработанная ассистентом Водолагиным М.В., включала 54 вопроса о состоянии здоровья респондентов, уровне знаний о сахарном диабете, наличии факторов риска, использовании информационно-коммуникационных технологий в процессе лечения сахарного диабета и др., вторая часть включала «Российский универсальный опросник количественной оценки приверженности к лечению» (КОП-25), разработанный сотрудниками ГБОУ ВО Омский государственный медицинский университет Минздрава РФ Николаевым Н. А. и Скирденко Ю. П. (2008 г.), чувствительность опросника составляла 93%, специфичность 78%, надежность 94%. Оценка ответов пациентов на вопросы второй части анкеты осуществлялась по специально разработанным критериям оценки приверженности к модификации образа жизни, с разделением респондентов на 3 группы: с высоким (более 75%), средним (50-75%) и низким (менее 50%) уровнем приверженности к модификации образа жизни [1].

Исследование антропометрических данных пациентов проводилось в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) методом расчета индекса массы тела по формуле: масса тела/длина тела² (кг/м²).

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics (версия 26.0). Результаты описательной статистики представлены в виде долей и 95% доверительных интервалов для доли. Для оценки номинальных данных использовался критерий хи-квадрат Пирсона с оценкой величины эффекта с помощью критерия V Cramer's. Если количество ожидаемых наблюдений хотя бы в одной из ячеек было менее 10, использовалась поправка Yates' (Yates' continuity correction). Гипотеза об отсутствии различий отвергалась при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Среди респондентов доля пациентов с сахарным диабетом 1 типа (СД1) составила 23,96% (n=104, 95%ДИ 20,17–28,22%), с сахарным диабетом 2 типа (СД2) – 76,04% (n=330, 95%ДИ 71,78–79,83%). У большинства респондентов преобладал низкий уровень приверженности к модификации образа жизни (47,70%, n=207, 95%ДИ 43,03–52,40%), у 1/3 респондентов – высокий (28,57%, n=124, 95%ДИ 24,47–32,95%), у 1/4 респондентов – средний уровень (23,73%, n=103, 95%ДИ 19,91–27,90%). Среди респондентов только 8,06% (n=35, 95%ДИ 5,84–11,04%) посещали обучающие программы в Школах ди-

абета (ШД), большинство пациентов – 91,94% (n=399, 95%ДИ 88,96–94,16%) не посещали ШД. У каждого второго респондента (52,30%, n=227, 95%ДИ 47,60–56,97%) был средний уровень знаний о сахарном диабете, его проявлениях, способах лечения и профилактики. Около половины респондентов (44,70%, n=194, 95%ДИ 40,07–49,40%) ответили в анкете, что стараются соблюдать установленный лечащим врачом режим лечения, каждый второй пациент (47,93%, n=208, 95%ДИ 43,25–52,63%) ответил, что посещает лечащего врача 1 раз в 6–12 месяцев. При проведении анкетирования было установлено, что большинство пациентов (90,55%, n=393, 95%ДИ 87,53–93,04%) не используют дистанционные формы взаимодействия с лечащим врачом (общение через мессенджеры, электронную почту, личный кабинет на специальном интернет-сайте). 40,55% респондентов (n=176, 95%ДИ 33,47–48,24%) ответили, что они курят или бросили курить, более половины пациентов (56,80%, n=238, 95%ДИ 46,91–63,40%) имеют значение ИМТ более 24,99 (т.е. имеют избыточную массу тела или страдают ожирением), чуть больше 1/3 респондентов (36,64%, n=159, 95%ДИ 32,20–41,25%) оценили свой уровень физической активности как «низкий». 73,50% пациентов (n=319, 95%ДИ 69,20–77,49%) ответили, что имеют сопутствующие заболевания, около половины респондентов (44,47% n=193, 95%ДИ 39,84–49,17%) ответили, что имеют осложнения, развившиеся вследствие сахарного диабета.

Анализ приверженности пациентов с сахарным диабетом к модификации своего образа жизни (МОЖ) выявил, что в группах респондентов с СД1 типа приверженность к МОЖ была статистически значимо выше, чем среди пациентов с СД2 типа ($\chi^2_{(2)}=245,513$, $p<0,0001$, $V \text{ Cramér's}=0,75$); среди респондентов, посещавших Школы диабета, выше, чем у пациентов, не посещавших ШД ($\chi^2_{(2)}=30,681$, $p<0,001$ $V \text{ Cramér's}=0,26$); среди респондентов с высоким уровнем знаний о диабете по сравнению с респондентами с низким и средним уровнем знаний о диабете ($\chi^2_{(4)}=27,370$, $p<0,001$ $V \text{ Cramér's}=0,18$); у респондентов ответивших, что они соблюдают назначенный режим лечения по сравнению с респондентами, старающимися соблюдать или не соблюдающими режим лечения ($\chi^2_{(4)}=26,395$, $p=0,001$ $V \text{ Cramér's}=0,17$); у респондентов, посещающих врача 1-2 раза в 6-12 месяцев по сравнению с респондентами, посещающими лечащего врача реже ($\chi^2_{(8)}=20,459$, $p=0,009$ $V \text{ Cramér's}=0,15$); у респондентов, использовавших дистанционные формы взаимодействия с лечащим врачом по сравнению с теми, кто не использует данные технологии ($\chi^2_{(4)}=41,548$, $p<0,001$ $V \text{ Cramér's}=0,21$); у респондентов в более молодых возрастных группах по сравнению с респондентами в более старших возраст-

ных группах ($\chi^2_{(14)}=97,177$, $p<0,001$ V Cramér's=0,33); у респондентов с меньшей длительностью заболевания сахарным диабетом по сравнению с респондентами с более длительным периодом заболевания диабетом ($\chi^2_{(8)}=21,579$, $p=0,006$ V Cramér's=0,15).

Не было выявлено статистически значимых различий по уровню приверженности к модификации образа жизни среди групп респондентов: по полу ($\chi^2_{(2)}=4,083$, $p=0,130$ V Cramér's=0,13); среди курящих респондентов ($\chi^2_{(4)}=7,957$, $p=0,093$ V Cramér's=0,09); имеющих сопутствующие заболевания ($\chi^2_{(4)}=8,863$, $p=0,065$ V Cramér's=0,09); имеющих осложнения, возникшие из-за сахарного диабета ($\chi^2_{(4)}=1,847$, $p=0,764$ V Cramér's=0,06); с низким уровнем физической активности ($\chi^2_{(4)}=3,716$, $p=0,446$ V Cramér's=0,06); с ИМТ $24,99<$ ($\chi^2_{(4)}=8,698$, $p=0,069$ V Cramér's=0,10). Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние различных факторов на уровень приверженности пациентов с сахарным диабетом к модификации образа жизни, n=434

№	Признак	Уровень приверженности к модификации образа жизни			Chi2 (df), p	V Cramer's
		Высокий	Средний	Низкий		
Тип диабета						
1	Диабет 1 типа	92	12	0	245,513 (2)	0,752
	Диабет 2 типа	32	91	207	p<0,001	
Посещение Школ Диабета						
2	Да	22	11	2	30,681 (2)	0,266
	Нет	102	92	205	p<0,001	
Уровень знаний о диабете						
3	Высокий	37	13	18	27,370 (4)	0,184
	Средний	51	52	124	p<0,001	
	Низкий	36	38	65		
Соблюдение режима лечения						
4	Да	76	31	83	26,395 (4)	0,174
	Нет	12	17	21	p=0,001	
	Стараюсь	76	31	83		
Посещение лечащего врача						
5	1-2 р. в мес.	4	6	9	20,459 (8)	0,154
	1-2 р. в 2-5 мес.	40	44	77	p=0,009	
	1-2 р. в 6-12 мес.	56	45	107		
	Реже 1 раза в год	24	7	14		
	Не посещаю	0	1	0		

Использование дистанционных форм взаимодействия с лечащим врачом						
6	Да	20	2	1	41,548 (4)	0,219
	Нет	101	96	196	p<0,001	
	Затрудняюсь ответить	3	5	10		
Возраст, годы						
7	<20	16	0	0	97,177 (14)	0,335
	20–29	12	1	2	p<0,001	
	30–39	44	21	45		
	40–49	26	24	54		
	50–59	21	31	68		
	60–69	5	23	37		
	70–79	0	2	0		
80<	0	1	1			
Длительность заболевания, годы						
8	>1 года	4	2	16		0,158
	1 год – 5 лет	16	13	7	21,579 (8)	
	6 лет – 10 лет	22	28	57	p=0,006	
	11 лет – 15 лет	52	35	77		
16 лет <	30	25	50			
Пол						
9	Мужской	63	58	92	4,083 (2)	0,130
	Женский	61	45	115	p=0,130	
Курение						
10	Да	50	34	61	7,957 (4)	0,096
	Нет	57	43	96	p=0,093	
	Бросил	17	26	207		
Наличие сопутствующего заболевания						
11	Да	84	72	163	8,863 (4)	0,101
	нет	32	29	38	p=0,065	
	не знаю	8	2	6		
Осложнения диабета						
12	Да	52	44	97	1,847 (4)	0,046
	Нет	61	48	87	p=0,764	
	не знаю	11	11	23		
Уровень физической активности						
13	Высокий	16	18	22	3,716(4)	0,065
	Средний	59	52	108	p=0,446	
	Низкий	49	33	77		
Индекс массы тела (ИМТ)						
14	18,5–24,99	51	33	80	8,698(4)	0,100
	25,0–29,99	55	39	77	p=0,069	
	30<	18	31	50		

Наблюдаемые различия в уровне приверженности к модификации образа жизни в группах пациентов с СД1 типа и СД2 типа могут быть связаны с тем, что сахарный диабет 1 типа манифестирует чаще всего у детей, которым с помощью родителей приходится вырабатывать строгие привычки по соблюдению режима питания, проводить ежедневные измерения уровня глюкозы в крови, применять инсулинотерапию и регулярно посещать медицинские организации для контроля состояния своего здоровья. Сахарный диабет 2 типа, возникающий у лиц более старшей возрастной группы, к сожалению, не всегда воспринимается ими как серьезное заболевание, что приводит к недостаточной мотивации пациентов к изменению и модификации своего образа жизни. Данные различия свидетельствуют о необходимости применения разных подходов для формирования устойчивой мотивации по модификации образа жизни у пациентов с СД1 типа и СД2 типа [4].

Анализ результатов проведенного исследования продемонстрировал, что среди пациентов с сахарным диабетом с меньшей длительностью заболевания отмечалась большая приверженность к модификации образа жизни, что может быть обусловлено стремлением пациентов соблюдать режим лечения на ранних стадиях, так как они боялись возможных осложнений и последствий, но с течением времени пациенты привыкали к своему состоянию, могли нарушить режим и не в полной мере соблюдали назначения лечащего врача.

Респонденты, правильно ответившие на вопросы анкеты о причинах возникновения сахарного диабета, способах лечения и профилактики возможных осложнений, имели более высокий уровень приверженности к модификации образа жизни, т.к. обладая большими знаниями о заболевании и о том, как необходимо изменить свой образ жизни, они могли выбирать наиболее удобный способ и режим лечения, соответствующий предписаниям лечащего врача [5; 13].

Также респонденты, ответившие, что соблюдают назначенный режим лечения и посещают врача чаще, чем 1 раз в год, имели более высокий уровень приверженности к модификации образа жизни, что может быть обусловлено более высокой медицинской активностью пациентов, качеством диспансерного наблюдения за состоянием их здоровья пациента, возможностью консультирования с лечащим врачом по различным вопросам, и в связи с этим – отсутствием необходимости посещать медицинские организации.

При этом необходимо отметить, что на данный момент времени информационно-коммуникационные и телемедицинские технологии доступны

населению не во всех регионах Российской Федерации. Действующее законодательство РФ не обеспечивает возможность использования данных технологий на всех этапах оказания медицинской помощи пациентам с сахарным диабетом, однако опыт внедрения информационно-коммуникационных технологий показывает возможности повышения доступности и качества необходимой информационной и медицинской поддержки пациентов с сахарным диабетом [3].

Результаты проведенного исследования продемонстрировали, что наличие у респондентов таких факторов риска как избыточная масса тела или ожирение, низкий уровень физической активности, курение, сопутствующие заболевания, а также возникшие осложнения сахарного диабета не повышали уровень приверженности пациентов к модификации образа жизни. Это может быть обусловлено тем, что у человека изначально не были сформированы принципы ведения здорового образа жизни, не было достаточно ответственного отношения к своему здоровью, и даже выявление сахарного диабета не стало достаточной серьезной причиной для изменения пациентами своего образа жизни [9; 12].

Заключение

Высокий уровень приверженности пациентов с сахарным диабетом к модификации своего образа жизни зависит от различных факторов, таких как: тип сахарного диабета, возраст пациента, длительность заболевания, уровень информированности и доступности получения квалифицированной медицинской помощи и др. При проведении исследования было выявлено, что наличие различных факторов риска ухудшения состояния здоровья или развития осложнений сахарного диабета не способствует модификации пациентами своего образа жизни.

Для повышения качества и доступности медицинской помощи пациентам, страдающим сахарным диабетом, целесообразно учитывать индивидуальные особенности каждого пациента и выстраивать модель взаимодействия с лечащим врачом на принципах 4П-медицины – персонализации, предикции, превентивности и партисипативности с использованием информационно-коммуникационных и телемедицинских технологий. Так как особенностью лечения хронических заболеваний является необходимость точного соблюдения пациентами назначенной схемы лечения, сохранения ими высокого уровня мотивации к лечению, модификации своего образа жизни на протяжении длительного периода, необходимо внедрять в деятельность медицинских организаций современ-

ные технологии для консультирования пациентов лечащим врачом, а также для мониторинга состояния здоровья пациентов, которые будут способствовать повышению качества жизни пациентов с сахарным диабетом и достижению целевых показателей лечения.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Николаев Н.А., Скирденко Ю.П., Жеребилов В.В. Количественная оценка приверженности к лечению в клинической медицине: протокол, процедура, интерпретация // Качественная Клиническая Практика. 2016. Т. 1. С. 50-59. URL: <https://www.clininvest.ru/jour/article/view/37/37> (дата обращения: 08.10.2021).
2. Петров А.В. Самоконтроль гликемии при сахарном диабете 2-го типа - обучение пациентов // Ремедиум Приволжье. 2017. Т. 7, №157. С. 15-21. URL: [http://www.poliklin.ru/imagearticle/201404\(2\)/26-32.pdf](http://www.poliklin.ru/imagearticle/201404(2)/26-32.pdf) (дата обращения: 08.10.2021).
3. Светлый Л.И., Ворвуль А.О., Маркина Е.В., Ивих К.А., Руссу А.А.. Результаты обучения в школе диабета пожилых лиц, страдающих сахарным диабетом II типа // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2020. Т. 1. С. 82-91. <https://doi.org/10.24411/2312-2935-2019-100111>
4. Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., и др. Эпидемиология сахарного диабета в Российской Федерации: что изменилось за последнее десятилетие? // Терапевтический архив. 2019. Т. 91, №10. С. 4-13. <https://doi.org/10.26442/00403660.2019.10.000364>
5. Ahmed N. J., Alrawili A. S., Alkhawaja F. Z., Alqahtani H. F., Alanazi R. H. Knowledge and Perception about Diabetes and its Risk Factors // Journal of Pharmaceutical Research International, 2021, vol. 33(43A), pp. 423-427. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i43A32507>
6. Davies M.J., D'Alessio D.A., Fradkin J., Kernan W.N., Mathieu C., Mingrone G., Rossing P., Tsapas A., Wexler D.J., Buse J.B. Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD) // Diabetologia, 2018, vol. 61, pp. 2461-2498. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4729-5>

7. Ehrhardt N., Al Zaghal E. Behavior Modification in Prediabetes and Diabetes: Potential Use of Real-Time Continuous Glucose Monitoring // *Journal of diabetes science and technology*, 2019, vol. 13(2), pp. 271-275. <https://doi.org/10.1177/1932296818790994>
8. García-Molina L., Lewis-Mikhael A.M., Riquelme-Gallego B., Cano-Ibáñez N., Oliveras-López M.J., Bueno-Cavanillas A. Improving type 2 diabetes mellitus glycaemic control through lifestyle modification implementing diet intervention: a systematic review and meta-analysis // *European journal of nutrition*, 2020, vol. 59(4), pp. 1313-1328. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02147-6>
9. Heidemann C., Paprott R., Stühmann L.M., et al. Perceived diabetes risk and related determinants in individuals with high actual diabetes risk: results from a nationwide population-based survey // *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 2019, vol. 7(1), e000680, p. 10. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2019-000680>
10. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 9 ed. Brussels, Belgium 2019, 168 p. URL: <https://www.diabetesatlas.org/en/> (дата обращения: 08.10.2021).
11. Lambrinou E., Hansen T.B., Beulens J.W. Lifestyle factors, self-management and patient empowerment in diabetes care // *European journal of preventive cardiology*, 2019, vol. 26(2_suppl), pp. 55-63. <https://doi.org/10.1177/2047487319885455>
12. Okafor C. J., Yusuf S. A., Mahmoud S. A., Salum S. S., Vargas S. C., Mathew A. E., Obeagu E. I., Shaib H. K., Iddi H. A., Moh'd M. S., Abdulrahman W. S. Effect of Gender and Risk Factors in Complications of Type 2 Diabetic Mellitus among Patients Attending Diabetic Clinic in Mnazi Mmoja Hospital, Zanzibar // *Journal of Pharmaceutical Research International*, 2021, vol. 33(29B), pp. 67-78. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i29B31591>
13. Szczepańska E., Klocek M., Kardas M., Dul L. Change of the nutritional habits and anthropometric measurements of type 2 diabetic patients - advantages of the nutritional education carried out // *Advances in clinical and experimental medicine : official organ Wroclaw Medical University*, 2014, vol. 23(4), pp. 589-598. <https://doi.org/10.17219/acem/37231>
14. Tsitlakidis Damianos, Sarafis P. Quality of life of patients with diabetes // *Problems of Endocrinology*, 2015, vol. 62(5), pp. 9-10. <https://doi.org/10.14341/probl20166259>
15. Uusitupa M., Khan T.A., Vigiuliouk E., Kahleova H., Rivellese A.A., Hermansen K., Pfeiffer A., Thanopoulou A., Salas-Salvadó J., Schwab U., Sievenpiper J.L. Prevention of Type 2 Diabetes by Lifestyle Changes: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Nutrients*, 2019, vol. 11(11), p. 2611. <https://doi.org/10.3390/nu11112611>

References

1. Nikolaev N.A., Skirdenko Yu.P., Zhrebilov V.V. *Kachestvennaya Klinicheskaya Praktika*. 2016, vol. 1, pp. 50-59. <https://www.clininvest.ru/jour/article/view/37/37> (accessed October 08, 2021).
2. Petrov A.V. *Remedium Privolzh'e*, 2017, vol. 7(157), pp. 15-21. [http://www.poliklin.ru/imagearticle/201404\(2\)/26-32.pdf](http://www.poliklin.ru/imagearticle/201404(2)/26-32.pdf) (accessed October 08, 2021).
3. Svetly L.I., Vorvul' A.O., Markina E.V., Ivikh K.A., Russu A.A.. *Sovremennyye problemy zdravookhraneniya i meditsinskoj statistiki*, 2020, no. 1, pp. 82-91. doi:10.24411/2312-2935-2019-100111
4. Shestakova M.V., Vikulova O.K., Zheleznyakova A.V. et al. Epidemiologiya sakharnogo diabeta v Rossiyskoy Federatsii: chto izmenilos' za poslednee desyatiletie? *Terapevicheskij arkhiv*, 2019, vol. 91(10), pp. 4-13. <https://doi.org/10.26442/00403660.2019.10.000364>
5. Ahmed N. J., Alrawili A. S., Alkhwaja F. Z., Alqahtani H. F., Alanazi R. H. Knowledge and Perception about Diabetes and its Risk Factors. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 2021, vol. 33(43A), pp. 423-427. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i43A32507>
6. Davies M.J., D'Alessio D.A., Fradkin J., Kernan W.N., Mathieu C., Mingrone G., Rossing P., Tsapas A., Wexler D.J., Buse J.B. Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetologia*, 2018, vol. 61, pp. 2461-2498. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4729-5>
7. Ehrhardt N., Al Zaghali E. Behavior Modification in Prediabetes and Diabetes: Potential Use of Real-Time Continuous Glucose Monitoring. *Journal of diabetes science and technology*, 2019, vol. 13(2), pp. 271-275. <https://doi.org/10.1177/1932296818790994>
8. García-Molina L., Lewis-Mikhael A.M., Riquelme-Gallego B., Cano-Ibáñez N., Oliveras-López M.J., Bueno-Cavanillas A. Improving type 2 diabetes mellitus glycaemic control through lifestyle modification implementing diet intervention: a systematic review and meta-analysis. *European journal of nutrition*, 2020, vol. 59(4), pp. 1313-1328. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02147-6>
9. Heidemann C., Paprott R., Stühmann L.M., et al. Perceived diabetes risk and related determinants in individuals with high actual diabetes risk: results from a nationwide population-based survey. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 2019, vol. 7(1), e000680, p. 10. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2019-000680>
10. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*, 9 ed. Brussels, Belgium 2019, 168 p. <https://www.diabetesatlas.org/en/>

11. Lambrinou E., Hansen T.B., Beulens J.W. Lifestyle factors, self-management and patient empowerment in diabetes care. *European journal of preventive cardiology*, 2019, vol. 26(2_suppl), pp. 55-63. <https://doi.org/10.1177/2047487319885455>
12. Okafor C. J., Yusuf S. A., Mahmoud S. A., Salum S. S., Vargas S. C., Mathew A. E., Obeagu E. I., Shaib H. K., Iddi H. A., Moh'd M. S., Abdulrahman W. S. Effect of Gender and Risk Factors in Complications of Type 2 Diabetic Mellitus among Patients Attending Diabetic Clinic in Mnazi Mmoja Hospital, Zanzibar. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 2021, vol. 33(29B), pp. 67-78. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i29B31591>
13. Szczepańska E., Klocek M., Kardas M., Dul L. Change of the nutritional habits and anthropometric measurements of type 2 diabetic patients - advantages of the nutritional education carried out. *Advances in clinical and experimental medicine : official organ Wroclaw Medical University*, 2014, vol. 23(4), pp. 589-598. <https://doi.org/10.17219/acem/37231>
14. Tsitlakidis Damianos, Sarafis P. Quality of life of patients with diabetes. *Problems of Endocrinology*, 2015, vol. 62(5), pp. 9-10. <https://doi.org/10.14341/probl20166259>
15. Uusitupa M., Khan T.A., Vigiuliouk E., Kahleova H., Rivellese A.A., Hermansen K., Pfeiffer A., Thanopoulou A., Salas-Salvadó J., Schwab U., Sievenpiper J.L. Prevention of Type 2 Diabetes by Lifestyle Changes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 2019, vol. 11(11), p. 2611. <https://doi.org/10.3390/nu11112611>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Водолагин Михаил Витальевич, ассистент кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) ул. Большая Пироговская, 2с2, г. Москва, 119435, Российская Федерация
vodolagin_mv@staff.sechenov.ru

Экерт Наталья Владимировна, д.м.н., профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства

*здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Большая Пироговская, 2с2, г. Москва, 119435, Российская Фе-
дерация
ekkert_n_v@staff.sechenov.ru*

Козлов Василий Владимирович, к.м.н., доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко
*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Большая Пироговская, 2с2, г. Москва, 119435, Российская Фе-
дерация
kozlov_v_v@staff.sechenov.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Mikhail V. Vodolagin, Assistant professor at the N.A. Semashko Department of Public Health and Health Care
*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)
2 building 2, Bolshaya Pirogovskaya Str., Moscow, 119435, Russian Federation
vodolagin_m_v@staff.sechenov.ru
SPIN-code: 9406-8295
ORCID: 0000-0001-6611-5255*

Natalia V. Ekkert, Dr. Sc. (Medicine), Professor, N.A. Semashko Department of Public Health and Health Care
*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)
2 building 2, Bolshaya Pirogovskaya Str., Moscow, 119435, Russian Federation
ekkert_n_v@staff.sechenov.ru
SPIN-code: 7404-1145
ORCID: 0000-0002-3667-7991*

ResearcherID: B-1895-2017

Scopus Author ID: 23987703100

Vasiliy V. Kozlov, Cand. Sc. (Medicine), Associate Professor, N.A. Semashko
Department of Public Health and Health Care
*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of
Health of the Russian Federation (Sechenov University)
2 building 2, Bolshaya Pirogovskaya Str., Moscow, 119435, Russian
Federation
kozlov_v_v@staff.sechenov.ru
SPIN-code: 7703-0013
ORCID: 0000-0002-2389-3820*

Поступила 01.10.2021

После рецензирования 10.10.2021

Принята 21.10.2021

Received 01.10.2021

Revised 10.10.2021

Accepted 21.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-264-284

УДК 616.857-053.2:616.21:576.314

СОМАТОФОРМНАЯ ДИСФУНКЦИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ: ВЕГЕТАТИВНЫЙ ГОМЕОСТАЗ И РЕАКТИВНОСТЬ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ

Ж.Г. Зайцева, О.И. Зайцева, Т.А. Колодяжская

Цель: изучить вегетативный гомеостаз и реактивность мембран эритроцитов на биорегуляторы вегетативной нервной системы у подростков с соматоформной дисфункцией вегетативной нервной системы для прогнозирования течения заболевания и оценки адаптационных возможностей.

Материалы и методы. Проводилось клиническое, инструментальное и лабораторное обследование подростков с соматоформной дисфункцией вегетативной нервной системы и здоровых подростков.

Результаты. У подростков с соматоформной дисфункцией вегетативной нервной системы выявлены дизрегуляторные типы вегетативного реагирования на уровне мембран эритроцитов. Определены значимые биофизические факторы риска пароксизмального течения заболевания: низкие пиковый и скоростной показатели флуоресценции с ацетилхолином, а также низкий пиковый показатель флуоресценции с адреналином.

Заключение. Выявление вегетативной дизрегуляции на уровне клеточных мембран у подростков с соматоформной дисфункцией вегетативной нервной системы является важным фактором, определяющим течение заболевания, а также адаптационные возможности организма подростка. Установление значимых мембранных факторов риска осложненного течения заболевания необходимо для персонализированного подхода к проведению лечебно-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: подростки; соматоформная дисфункция; вегетативная нервная система; вегетативный гомеостаз; реактивность мембран эритроцитов

Для цитирования. Зайцева Ж.Г., Зайцева О.И., Колодяжская Т.А. Соматоформная дисфункция вегетативной нервной системы у подростков: вегетативный гомеостаз и реактивность мембран эритроцитов // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 264-284. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-264-284

SOMATOFORM DYSFUNCTION OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN ADOLESCENTS: VEGETATIVE HOMEOSTASIS AND ERYTHROCYTE MEMBRANE REACTIVITY

Gh.G. Zaitzeva, O.I. Zaitzeva, T.A. Kolodyazhnaya

Aim. *To study autonomic homeostasis and reactivity of erythrocyte membranes to bioregulators of the autonomic nervous system in adolescents with somatoform dysfunction of the autonomic nervous system to predict the course of the disease and assess adaptive capabilities.*

Materials and methods. *Clinical, instrumental and laboratory examination of adolescents with somatoform dysfunction of the autonomic nervous system and healthy adolescents was carried out.*

Results. *In adolescents with somatoform dysfunction of the autonomic nervous system, dysregulatory types of autonomic response were revealed at the level of erythrocyte membranes. Significant biophysical risk factors for the paroxysmal course of the disease have been identified: low peak and rate fluorescence values with acetylcholine, as well as low peak fluorescence values with adrenaline.*

Conclusion. *Identification of autonomic dysregulation at the level of cell membranes in adolescents with somatoform dysfunction of the autonomic nervous system is an important factor determining the course of the disease, as well as the adaptive capabilities of the adolescent's body. Establishment of significant membrane risk factors for a complicated course of the disease is necessary for a personalized approach to the implementation of therapeutic and prophylactic measures.*

Keywords: *adolescents; somatoform dysfunction; autonomic nervous system; autonomic homeostasis; reactivity of erythrocyte membranes*

For citation. *Zaitzeva Gh.G., Zaitzeva O.I., Kolodyazhnaya T.A. Somatoform Dysfunction of the Autonomic Nervous System in Adolescents: Vegetative Homeostasis and Erythrocyte Membrane Reactivity. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 264-284. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-264-284*

Функциональные расстройства вегетативной нервной системы встречаются часто у детей школьного возраста. В России, согласно данным ряда авторов, вегетативные нарушения регистрируется в 50-75% случаев среди детского населения [13, 14].

В настоящее время для обозначения вегетативных нарушений все чаще используется термин «соматоформная дисфункция вегетативной нервной системы» (СДВНС), представленный в действующей международной классификации болезней 10-го пересмотра. Соматоформная дисфункция вегетативной нервной системы – это состояние, которое характеризуется нарушением нейрогуморальной регуляции деятельности внутренних органов (сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, желез внутренней секреции) [4].

Высокая выявляемость СДВНС наиболее характерна для подростково-го возраста, что в значительной степени обусловлено своеобразием этого возрастного периода [26, 28]. Подростковый возраст оценивается обычно специалистами как наиболее трудный и сложный период в индивидуальном развитии обычного человека [1]. В этот возрастной период (12-17 лет) происходит завершение ряда морфофизиологических процессов, отличающих детский организм от взрослого, активно перестраиваются регуляторные механизмы вегетативной нервной системы (ВНС) и нейрогуморальные соотношения [6]. Происходящие в организме подростка трансформации характеризуются зачастую неадекватностью механизмов вегетативной регуляции, что является причиной развития более острой реакции на средовую (школьную, семейную) психотравмирующую ситуацию и может повлечь за собой возникновение СДВНС [7]. Обычно СДВНС у подростков имеет перманентное течение, однако у части подростков течение заболевания принимает пароксизмальный характер, а порой даже дебютирует пароксизмами, в частности, паническими атаками [20].

Согласно современным взглядам, в основе СДВНС наряду с конституционально-наследственной предрасположенностью лежат фенотипические трансформации различных уровней регуляции [17, 19, 27]. В качестве последних могут выступать молекулярные структуры клеточных мембран, содержащие рецепторы к многочисленным гормонам и медиаторам, а сама плазматическая мембрана является эффекторным звеном ВНС.

В настоящее время установлены конкретные способы взаимодействия разных биорегуляторов (гормонов и медиаторов) с мембранами клеток крови, а именно, с эритроцитарными мембранами. Так, ацетилхолин и адреналин связываются с мембранами эритроцитов рецепторно, посредством мембран-ассоциированных адрен-холинорецепторов, в то время как кортизол - путем неспецифического связывания, образуя водородные связи с мембраносвязанными белками и фосфолипидами [12]. Такая структурная организация мембран позволяет им взаимодействовать с высшими цен-

трами вегетативной регуляции через различные регуляторные механизмы (нервные, гормональные и гуморальные), обеспечивая доминирующую роль того или иного звена регуляции на уровне клетки, обусловленную средовыми влияниями на организм [18]. В этом случае регуляторные процессы в плазматических мембранах, в том числе и в мембранах эритроцитов, могут отражать общую направленность метаболических реакций в организме [23, 24]. Мы полагаем, что выявленные изменения в мембранах клеток красной крови будут характеризовать состояние дисбаланса в вегетативных звеньях регуляции на уровне всего организма. Подобное толкование биологической ситуации базируется на целом ряде научных фактов, полученных различными исследователями как в эксперименте [5, 11], так и в клинической практике [15, 16]. Причем большинство авторов для своих исследований выбирают эритроцит и его мембрану, поскольку она отражает общие принципы структуры мембран клеток организма, а также играет важнейшую роль в микроциркуляции и кислородном снабжении ткани головного мозга [10, 11].

Интерес в этом плане представляют работы отечественных ученых Р.И. Стрюк и И.Г. Длусской [15], изучавших реактивность мембран эритроцитов и значимость ее для организма в норме и при заболеваниях сердечно-сосудистой системы: гипертонической болезни (ГБ) и ишемической болезни сердца (ИБС). Разработанным ими методом определялась бета-адренореактивность эритроцитарных мембран у здоровых и больных с патологией сердечно-сосудистой системы, сопоставлялись полученные результаты с клинико-инструментальными данными, выделены конкретные клинико-патофизиологические паттерны. Это позволило ученым сформулировать положение об адренореактивности мембран эритроцитов, как одной из системных реакций организма, обусловленной функционированием симпатoadреналовой системы. Авторы считают, что адренореактивность эритроцитов косвенно отражает общую адренореактивность организма и может быть экстраполирована на него [16]. Ученые внедрили в медицинскую практику показатель бета-адренореактивности мембран эритроцитов, который успешно используется клиницистами для определения течения ГБ, ИБС и подбора индивидуальных схем лечения. Заслуживают внимание труды Е.В. Курьяновой и соавторов, изучавших в ходе эксперимента на лабораторных животных физиологическое значение адрено- и холинореактивности эритроцитов и их ценность для организма [11].

Однако мы не встретили работ, посвященных комплексному изучению особенностей адрено-холинорецепции при соматоформной вегетативной дисфункции у подростков. Наиболее близкими в этом направлении являются исследования Е.С. Акарачковой по оценке адренореактивности мем-

бран эритроцитов и вариабельности сердечного ритма при панических атаках. На основании результатов исследования были выделены соответствующие клиничко-психофизиологические паттерны, позволившие автору разработать критерии дезадаптации сердечно-сосудистой системы при гипертонической болезни [2].

В наших предыдущих исследованиях была изучена адренергическая и холинергическая активность мембран эритроцитов во взаимосвязи с показателями кардиоинтервалографии у здоровых детей и выделены типы вегетативной регуляции биомембран. Полученные данные позволили разработать новый подход к оценке уровня здоровья детей младшего школьного и подросткового возраста с различным функциональным состоянием вегетативной нервной системы, учитывающий не только клинические параметры, но и субклеточный уровень реактивности [8, 9].

Многочисленные исследования ВНС в онтогенезе затрагивают в большей степени центральные звенья регуляции [21, 22, 25]. Мембраносвязанные механизмы вегетативной регуляции изучаются крайне ограниченно.

Цель исследования: изучить вегетативный гомеостаз и реактивность мембран эритроцитов на биорегуляторы ВНС у подростков с СДВНС для прогнозирования течения заболевания и оценки адаптационных возможностей.

Материал и методы исследования

Обследовано 88 учащихся общеобразовательных школ г. Красноярска в возрасте 15-17 лет (39 мальчиков и 49 девочек): 72 школьника с различными клиническими формами СДВНС и 16 здоровых школьников (группа контроля). Все обследования проводились весной (апрель, май) в течение двух лет (2018г., 2019г.) на базе детского поликлинического отделения клиники Научно-исследовательского института медицинских проблем Севера, *ФИЦ КНЦ СО РАН*. Исследования проводились после заполнения информированного согласия. Забор крови производился в процедурном кабинете в утренние часы, натощак.

Учащиеся предварительно проходили неврологическое обследование по общепринятой схеме с расширенным изучением эмоционального статуса с применением «Шкалы реактивной и личностной тревожности» Ч.Д. Спилбергера – Ю.Л. Ханина [7]. Вегетативный гомеостаз изучали методом кардиоинтервалографии с применением аппаратно-программного модуля «Поли-Спектр-Ритм» («Нейрософт», Россия). Определяли следующие показатели кардиоинтервалографии с указанием их клиничко-физиологической значимости [4]:

Mo (мода) – наиболее часто встречающееся значение длительности интервалов R – R (сек.). Отражает состояние гуморального канала регуляции ритма сердца;

АМо (амплитуда моды) – число значений интервалов, равных Мо, в процентах к общему числу зарегистрированных кардиоциклов. Характеризует активность симпатического звена вегетативной нервной системы;

DX (вариационный размах) - разница между максимальным и минимальным значением длительности зарегистрированных интервалов R – R (в сек.). Свидетельствует об активности парасимпатического звена вегетативной нервной системы;

ИН1 (индекс напряжения, усл. ед.) – вычисляли по формуле $АМо / 2DX \times Мо$. Этот показатель отражает степень напряжения регуляторных механизмов организма, уровень централизации управления сердечным ритмом. По параметрам ИН определяли исходный вегетативный тонус (ИВТ), используя модифицированные для детского возраста таблицы А.М. Вейна.

Вегетативную реактивность (ВР) определяли по динамике ИН в ответ на переход из горизонтального положения в вертикальное, оценивая ее как нормальную (симпатикотоническую), гиперсимпатикотоническую и асимпатикотоническую. Диагноз СДВНС верифицировали по таблицам А.М. Вейна, адаптированным для детского возраста Н.А. Белоконов [4]. Оценивали адаптационно-приспособительные возможности организма подростка в соответствии с классификацией, предложенной Р.М. Баевским [3].

Включенные в исследования подростки не имели хронических заболеваний и не переносили острые заболевания в течение трех месяцев к моменту обследования. Контрольную группу составили учащиеся 1 и 2 групп здоровья со стабильным психоэмоциональным состоянием, отсутствием отклонений в неврологическом статусе, уравновешенным состоянием звеньев регуляции сердечного ритма.

Ответную реакцию клеточных мембран на биорегуляторы ВНС у школьников изучали при помощи метода микрофлуориметрии на спектрофлуориметре Cary Eclipse по запатентованному нами способу «Способ определения типов клеточной реактивности» при помощи ряда функциональных проб [8]. Для проведения функциональных проб с экзогенными биорегуляторами ВНС: ацетилхолином (АХ), адреналином (Адр) и дексаметазоном (ДЗ) использовали флуоресцентный зонд хлортетрациклин (ХТЦ) [5]. Зонд ХТЦ вводился в суспензию мембран эритроцитов *in vitro* с биорегуляторами ВНС в физиологических дозах. Анализировалась ди-

намика флуоресценции зонда ХТЦ по пиковым (ФЛ пик.) и скоростным (V включ.) показателям в условных единицах (усл.ед.). Ответную реакцию клеточных мембран на биорегуляторы ВНС оценивали в соответствии с разработанной нами классификации типов вегетативной регуляции биомембран у детей различных регионов Сибири [9].

Цифровой материал обработан стандартным пакетом программ STATISTICA, ver. 10.0. Количественные параметры представлены в виде Me – медиана, 25% – 75% – процентиля. Оценивались количественные признаки с помощью непараметрического критерия Манн-Уитни (M-W) при сравнении двух несвязанных выборок. Для множественного сравнения более чем двух выборок – критерий Крускала-Уоллиса (K-W). Качественные признаки представлены в виде абсолютных и относительных (в %) частот с указанием 95% доверительного интервала (ДИ) и определялись по критерию χ^2 с поправкой Йейтса. Анализ зависимости признаков проводился с помощью непараметрического коэффициента корреляции по Спирмену. Вероятность пароксизмального течения рассчитывали при помощи показателя отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (ДИ). Изменения считались статистически значимыми при уровне значимости $P < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В клинике СДВНС у подростков преобладали жалобы на головную боль, головокружение, ощущение «мелькание мушек перед глазами», неприятные ощущения в области сердца. В неврологическом статусе определялась различной степени выраженности неврологическая микросимптоматика: дисфункция глазодвигательных черепных нервов – 15,0% (11 человек), покачивание в позе Ромберга в 56,0% (13 человек), лабильность вегетативной нервной системы (регионарный гипергидроз ладоней и стоп, красный дермографизм) в 65,4% (31 человек). Психоэмоциональное состояние характеризовалось преимущественно высоким уровнем личностной тревожности (75%, 54 человека) по шкале Ч.Д. Спилберга – Ю.Л. Ханина и склонностью преобладающего числа подростков испытывать тревогу в обширном диапазоне ситуаций.

По параметрам кардиоинтервалографии выделены ваготоническая, симпатикотоническая и смешанная формы СДВНС. Результаты показаны в таблице 1.

Здоровые подростки демонстрируют оптимальные параметры КИГ и зйтоническую направленность ИВТ, что свидетельствует о сбалансирован-

ном состоянии звеньев регуляции кардиовегетативного контура. Поэтому за нормальные величины показателей КИГ принимали диапазон значений от 25% – 75% распределения данных показателей среди здоровых подростков. Определяемые величины показателей ниже 25% и выше 75% расценивались соответственно как сниженные или повышенные.

У школьников с ваготонической формой СДВНС показатели регуляции сердечного ритма характеризуются снижением активности симпатического звена ВНС по показателю АМо ($P < 0,0009$) на фоне усиления парасимпатических влияний на ритм сердца по уровню DX ($P=0,0001$). Это сказывается на уменьшении ИН1 ($P=0,0002$) и формирует ИВТ-ваготонию, что расценивается как результат ранних проявлений утомления звеньев регуляции сердечного ритма [4].

Таблица 1.

Характеристика показателей кардиоинтервалографии у подростков с СДВНС с учетом клинической формы

Показатели КИГ		Контроль n=16	Подростки с СДВНС			Статистическая значимость (P)	
			ваготоническая форма n=13	смешанная форма n=38	симпатотоническая форма n=21	по M-W	по K-W
		[1]	[2]	[3]	[4]		
Мо, сек.	Me	0,74	0,72	0,60	0,64	P1-3< 0,001 P1-4=0,0001	P=0,0017
	25% - 75%	0,72-0,77	0,86-0,84	0,56-0,72	0,60-0,72		
АМо, %	Me	22,00	16,50	24,00	28,00	P1-2=0,0009 P1-4< 0,001	P=0,0001
	25% - 75%	19,00-23,00	14,00-18,00	20,00-28,00	25,00-34,00		
DX, сек.	Me	0,28	0,44	0,30	0,20	P1-2=0,0001 P1-4= 0,0030	P=0,0005
	25% - 75%	0,27-0,30	0,32-0,52	0,18-0,38	0,18-0,22		
ИН1, усл. ед.	Me	48,50	25,00	65,00	115,00	P1-2=0,0002 P1-3=0,0029 P1-4< 0,001	P< 0,001
	25% - 75%	44,50-52,00	16,00-40,00	56,00-78,00	103,00-125,00		

По нашим наблюдениям ваготоническая форма СДВНС встречается у каждого пятого подростка, а в клинической картине определяются вестибулопатический и цефалгический синдромы в 75% случаев (10 человек), синдром артериальной гипотензии в 38,5% случаев (5 человек); в единичных случаях – нейрогенный обморок. Тяжесть СДВНС у обследуемых под-

ростков в 68% случаев (8 человек) соответствует легкой степени и в 32% (5 человек) – средней степени. Течение ваготонической формы СДВНС у наблюдаемых школьников в 80% случаев (10 человек) носит перманентный характер и в единичных случаях – пароксизмальный.

Смешанная форма СДВНС. Параметры вегетативной регуляции сердечного ритма сопровождаются признаками внутрисистемного несогласования механизмов регуляции в центральном контуре со снижением активности гуморального канала регуляции по параметру M_0 ($P < 0,001$), что указывает на усиление центрального контура регуляции сердечного ритма [4]. Смешанная форма СДВНС регистрируется практически у каждого второго подростка (52,7%). В клинике заболевания наблюдаются в равной степени синдромы, характерные как для СДВНС по ваготоническому типу, так и для СДВНС по симпатикотоническому типу. Тяжесть СДВНС у обследуемых подростков в 75% случаев (29 человек) соответствует легкой степени и в 25% (9 человек) – средней степени. Смешанная форма СДВНС у наблюдаемых школьников в большинстве случаев (91%, 35 человек) носит перманентный характер и лишь в единичных случаях – пароксизмальный.

Симпатикотоническая форма СДВНС характеризуются ростом симпатических влияний на ритм сердца по показателю AM_0 ($P < 0,001$) на фоне снижения парасимпатического воздействия по уровню D_X ($P = 0,0030$) и гуморальных влияний на ритм сердца по параметру M_0 ($P = 0,0001$), что сказывается на повышении IN_1 ($P < 0,001$). Эти результаты свидетельствуют о централизации в большей степени звеньев регуляции кардиовегетативного контура и отражают их перенапряжение. Симпатикотоническая форма СДВНС встречается у каждого третьего подростка (29,2%), а клиническая картина проявляется чаще синдром артериальной гипертензии в 52,3% (11 человек) в сочетании с цефалгическим синдромом 85,7%, (18 человек). Панические атаки регистрируются у каждого третьего подростка, что соответствует пароксизмальному течению СДВНС. Вышеуказанные клинические проявления у более половины подростков (60%, 12 человек) выражены в легкой степени и в 40% (9 человек) - средней степени тяжести.

Следующим звеном в оценке вегетативного гомеостаза у подростков с СДВНС явился анализ частоты вариантов вегетативной реактивности.

Школьники контрольной группы и свыше половины (57,5%; 41 человек) подростков с СДВНС демонстрируют нормальный вариант вегетативной реактивности. В тоже время у подростков с СДВНС выявлена различная частота вариантов вегетативной реактивности в зависимости

от клинической формы. Так, в группе подростков с ваготонической формой СДВНС в сравнении с ровесниками с симпатикотонической формой СДВНС обнаруживается статистически значимое увеличение асимпатикотонического варианта ВР (подростки с ваготонической формой СДВНС: 69,2%; 9 человек; 95% ДИ 41,89-87,24 в сравнении со сверстниками с симпатотонической формой СДВНС: 38,1%; 5 человек; 95% ДИ 20,70-59,34; $\chi^2=6,84$; $P=0,0089$), что свидетельствует о нарушении ауторегуляторных механизмов на уровне организма и, соответственно, снижении функционального резерва.

Для изучения звеньев регуляции на уровне клеточных мембран у детей подросткового возраста с СДВНС проведен анализ показателей реактивности мембран эритроцитов при нагрузочных пробах с биорегуляторами ВНС в сравнении с контролем. Результаты исследований представлены в таблице 2.

У здоровых подростков с эйтонической направленностью ИВТ (контрольная группа) определяется адекватно высокая реакция эритроцитарных мембран на все биорегуляторы ВНС. Это расценивается нами как наличие у этих школьников равновесного состояния клеточных механизмов вегетативной регуляции с адекватными парасимпато-симпатикомиметическими эффектами, а выявленный тип реактивности клеточных мембран условно назван «сбалансированным холин- адрено-глюкокортикоидным» (СХАГ-тип). В данном случае мы наблюдаем совпадение характера регуляции как на уровне всего организма, так и на уровне клеточных мембран. Такое состояние регуляторных процессов в организме формирует оптимальный уровень адаптационных возможностей у этой когорты подростков.

Диапазон значений данных показателей реактивности мембран среди подростков группы контроля от 25‰ – 75‰ принимали за нормальные величины. Определяемые величины показателей ниже 25‰ и выше 75‰ расценивались, соответственно, как пониженные или повышенные.

У подростков с СДВНС выделены следующие типы мембранного реагирования на биорегуляторы ВНС:

– холино-глюкокортикоидный тип (ХГ-тип). Данный тип реактивности характеризуется сниженной реакцией эритроцитарных мембран на адреналин по показателю ФЛ пик. Адр ($P < 0,001$) на фоне повышенной реакции мембран на ацетилхолин по показателю ФЛ пик. АХ ($P=0,0009$) и на дексаметазон по показателям ФЛ пик. ДЗ ($P=0,0001$) и V включ. ДЗ ($P=0,0270$) в сравнении с контролем.

Таблица 2.

Показатели реактивности мембран эритроцитов при нагрузочных пробах с биорегуляторами у подростков с СДВНС (в условных единицах)

Показатели флуоресценции зонда ХТЦ с биорегуляторами		Типы реактивности					Статистическая значимость (P)	
		Подростки г. Красноярск						
		Контроль n=16	ХГ-тип n=18	Х-тип n=14	АГ-тип n=27	ГХАГ-тип n=13	по M-W	по K-W
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]			
ФЛ пик.	Me	31,50	36,00	36,25	25,00	23,00	P1-2=0,0009	P =0,0010
АХ (усл.ед.)	25% - 75%	30,25 -32,50	33,00 -40,00	33,00- 37,00	22,00- 28,50	20,00- 26,00	P1-3=0,0052 P1-4,5< 0,001	
V включ.	Me	0,76	0,87	1,07	0,30	0,32	P1-3=0,0059 P1-4,5<0,001	P< 0,001
АХ (усл.ед./мин)	25% - 75%	0,66- 0,89	0,70- 1,21	0,98- 1,12	0,23- 0,49	0,17- 0,41		
ФЛ пик.	Me	29,50	24,50	26,00	34,50	23,50	P1-2<0,001 P1-3=0,0002 P1-4=0,0070 P1-5< 0,001	P=0,0020
Адр (усл.ед.)	25% - 75%	28,00- 31,00	22,50- 27,00	24,00- 27,00	30,00- 38,00	17,00- 26,00		
V включ.	Me	0,75	0,60	0,40	0,82	0,25	P1-3=0,0006 P1-5=0,0002	P= 0,0010
Адр (усл.ед./мин.)	25% - 75%	0,53- 0,90	0,35- 0,85	0,27- 0,59	0,67- 1,59	0,16- 0,44		
ФЛ пик.	Me	30,00	38,00	27,75	34,00	23,00	P1-2=0,0001 P1-3=0,0275 P1-4=0,0002 P1-5< 0,001	P< 0,001
ДЗ (усл.ед.)	25% - 75%	28,50- 31,00	32,00- 39,00	26,00- 29,00	30,00- 35,00	20,20- 26,50		
V включ.	Me	0,79	1,16	0,59	1,03	0,40	P1-2=0,0270 P1-4=0,0267 P1-5=0,0012	P=0,0001
ДЗ (усл.ед./мин.)	25% - 75%	0,55- 1,08	0,80- 1,53	0,37- 0,78	0,80- 1,49	0,25- 0,46		

Такая метаболическая ситуация указывает на разбалансирование стратегических звеньев регуляции в клеточной подсистеме: слабости симпатического звена ВНС на фоне относительно стабильного уровня разнонаправленных по своей физиологической значимости показателей (достаточной функциональной активности парасимпатического звена ВНС и глюкокортикоидных регуляторных влияний на уровне субклеточного звена). Подтверждением слабости стратегических звеньев регуляции и снижения симпатических влияний на уровне клетки и уровне целого организма является обнаруженная положительная корреляционная связь между однонаправленными по физиологической значимости показателями: уровень ответной реакции клеточных мембран на адреналин по параметру ФЛ пик. Адр имеет положительную корреляционную связь с активностью симпатического звена регуляции сердечного ритма (КИГ) по

показателю АМо ($R=0,61$, $P=0,0073$, для $N=18$). Полученные результаты указывают на ограниченный характер адаптационно-приспособительных возможностей организма этих подростков. Среди всех обследуемых данный тип реактивности встречается в 24,5% случаев. Его демонстрируют преимущественно подростки (83,3%, 15 человек) со смешанной формой СДВНС и в единичных случаях – с ваготонической формами СДВНС. Клинические проявления у большинства пациентов с СДВНС соответствовали легкой степени тяжести и были перманентными. Различий по полу не выявлено. Данная нами оценка показателей вегетативного реагирования у подростков с ХГ-типом на уровне эритроцитарных мембран и на уровне сердечно-сосудистой системы согласуется с утверждением многих авторов о том, что в основе патогенеза СДВНС лежит дисбаланс в звеньях нейрогуморальной регуляции [4, 6].

– холинергический тип (Х-тип), характеризующийся преобладающей реакцией эритроцитарных мембран на ацетилхолин по показателям ФЛ пик. АХ ($P=0,0052$) и V включ. АХ ($P=0,0059$), сниженной реакцией на адреналин по показателям ФЛ пик. Адр ($P=0,0002$) и V включ. Адр ($P=0,0006$) и дексаметазон по показателю ФЛ пик. ДЗ ($P=0,0275$) в сравнении с контролем. В данном случае наблюдается усиление парасимпатических влияний на фоне снижения активности стратегических звеньев регуляции (гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой регуляторных систем), что свидетельствует об их утомлении на субклеточном уровне. Такая интерпретация результатов исследования подтверждается высказываниями других исследователей о том, что относительное преобладание парасимпатических влияний на различных уровнях целого организма возможно в случае слабости симпатического звена ВНС [17]. Х-тип реактивности встречается в 20% случаев среди всех обследуемых. На уровне целого организма его составляют подростки в 71,4% (10 человек) случаев со смешанной и в 28,6% (4 человека) ваготонической формами СДВНС, преимущественно легкой степени тяжести и перманентным течением. Различий по половому признаку не выявлено.

– адрено-глюкокортикоидный тип (АГ-тип), характеризуется достаточной реакцией эритроцитарных мембран на адреналин и дексаметазон, и низкой реакцией на ацетилхолин по параметрам ФЛ пик. АХ ($P < 0,001$) и V включ. АХ ($P < 0,001$) в сравнении с контролем. Этот факт указывает на высокую активность субклеточного звена симпатoadреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, отражает напряжение субклеточных звеньев регуляции. АГ-тип реактивности встречается в

37,5% среди всех подростков с СДВНС. На уровне всего организма АГ-тип реактивности составляют в 59,2% (16 человек) учащиеся с симпатикотонической и в 40,8% (11 человек) со смешанной формами СДВНС, с преобладанием легкой степени тяжести и перманентного течения. Различий по полу не найдено. Представленные результаты свидетельствуют о напряжении адаптационно-приспособительных механизмов этих подростков, а интерпретация вышеназванных данных согласуется с традиционным толкованием в научной литературе динамики этих показателей [3, 6].

– гипосенситивный холин-адрено-глюкокортикоидный тип (ГХАГ-тип), характеризующийся сниженной ответной реакцией эритроцитарных мембран на все биорегуляторы по пиковым и скоростным показателям ($P < 0,01$ - $P < 0,001$). Полученные результаты указывают на выраженное ослабление функциональной активности клеточных элементов вегетативной регуляции и служат отражением общебиологического явления, описанного в литературе, как десенситизация мембран. Данное состояние и возникает вследствие выраженного воздействия гормонов и медиаторов (катехоламинов, ацетилхолина) на рецепторный аппарат мембран [10].

ГХАГ-тип реактивности регистрируется в 18% среди всех обследуемых. Его демонстрируют в 38,6% (5 человек) подростки с симпатикотонической формой СДВНС, а также в равном соотношении учащиеся с ваготонической и со смешанной формами СДВНС. Клиническому течению СДВГ у подростков с ГХАГ-типом реактивности чаще соответствует пароксизмальный характер заболевания и средняя степень тяжести (свыше 50% случаев, 7 человек), что существенно уменьшает адаптационно-приспособительные возможности организма этих подростков.

Следующим этапом наших исследований явилось выделение значимых факторов риска возникновения отягощенного (пароксизмального) течения СДВНС у подростков и определение их конкретных величин.

При помощи показателя ОШ с 95% доверительным интервалом установлены биофизические критерии риска возникновения отягощенного течения СДВНС у подростков, включающие следующие показатели: низкий уровень ФЛ пик. АХ $< 30,0$ усл.ед. в 8,7 раза увеличивает вероятность пароксизмального течения СДВНС (ОШ 8,75; 95% ДИ 1,85-41,34), а также низкие параметры V включ. АХ $< 0,66$ усл.ед./мин. (ОШ 4,71; 95% ДИ 1,38-16,07) и ФЛ пик. Адр $< 28,0$ усл.ед. (ОШ 4,2; 95% ДИ 1,23-14,29), повышающие в 4 раза возможность реализации вышеуказанного фактора.

Обобщая результаты исследований, следует констатировать, что выявленные параметры реактивности клеточных мембран у подростков с

СДВНС в сочетании с показателями вегетативного гомеостаза представляют объективные критерии для выделения нескольких дезадаптивных типов мембранной регуляции, которые, в конечном счете, способствуют реализации патофизиологической симптоматики у этих пациентов. Клиническому состоянию СДВНС с перманентным течением соответствуют ХГ-, Х- и АГ-типы реактивности клеточных мембран, в то время как для пароксизмального характера течения вегетативных нарушений – ГХАГ-тип реактивности.

Для подростков с пароксизмальным течением СДВНС характерным является снижение адreno-холинореактивности эритроцитарных мембран. Это согласуется с общепризнанным положением о том, что интенсивное воздействие биологически активных веществ (катехоламинов, ацетилхолина) сопровождается десенситизацией адreno-холинорецепторов клеточных мембран [9,12].

Впервые установлены конкретные величины показателей адreno-холинореактивности эритроцитарных мембран, характерные для учащихся подросткового возраста: ФЛ пик. АХ <30,0 усл.ед. и V включ. АХ <0,66 усл.ед./мин., ФЛ пик. Адр <28,0 усл.ед., которые могут рассматриваться в качестве маркераотягощенного течения СДВНС у них.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что физиологическому состоянию здоровых подростков с оптимальными показателями вегетативного гомеостаза соответствует адекватный характер ответных реакций эритроцитарных мембран на биорегуляторы ВНС-сбалансированный холин- адreno-глюкокортикоидный тип реакций, что и обеспечивает им достаточный уровень адаптационных возможностей.

Иная ситуация наблюдается у подростков с СДВНС. В основе клинико-патофизиологических проявлений СДВНС у подростков наряду с рассогласованием звеньев регуляции ВНС на уровне целостного организма (измененный гомеостаз) лежат установленные дизрегуляторные типы вегетативного реагирования на уровне клеточных мембран. Выявленные типы реактивности клеточных мембран у подростков СДВНС характеризуются разбалансированностью звеньев регуляции у детей с ХГ-типом реактивности, напряжением в группе школьников с АГ-типом реактивности, признаками раннего утомления стратегических звеньев регуляции среди учащихся с Х-типом реактивности и возможным их истощением у школьников с ГХАГ-типом реактивности клеточных мембран. Следует

считать важными прогностическими маркерами осложненного течения СДВНС у подростков следующие значимые мембран-ассоциированные факторы риска: низкий уровень пиковых показателей флуоресценции с АХ и Адр, а также низкий показатель скорости с АХ, которые в 4 и более раз увеличивают вероятность развития пароксизмального течения СДВНС у подростков.

Выявление тонких механизмов вегетативной дизрегуляции на уровне клеточных мембран у подростков с СДВНС является важным дополнительным патогенетическим фактором, определяющим характер и течение заболевания, что необходимо для персонализированного подхода к проведению лечебно-профилактических мероприятий.

Конфликт интересов. Авторы не заявляют о конфликте интересов.

Список литературы

1. Авдулова Т. П. Психология подросткового возраста: учебник и практикум для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2020. 394 с.
2. Акарачкова Е.С. К вопросу диагностики и лечения психовегетативных расстройств в общесоматической практике // Лечащий врач. 2010. №10. С. 60–64.
3. Баевский Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья // Росс. физиол. журнал. 2003. № 4. С. 473-487.
4. Белоконь Н. А. Кубергер М. Б. Болезни сердца и сосудов у детей: Руководство для врачей. М.: Медицина, 1987. Т.1. 447 с.
5. Владимиров Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. М.: Наука, 1980. 320 с.
6. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: Клиника. Лечение. Диагностика. М.: Мед.информ. агенство, 2003. 752 с.
7. Дерманова И. Б. Диагностика эмоционально-нравственного развития. СПб.: Речь, 2002. 171 с.
8. Зайцева О.И., Терещенко В.П., Прахин Е.И. Способ определения типов клеточной реактивности у детей // Официальный Бюлл. Рос. патентного ведомства: изобретение и полезные модели. 2004. №18. С. 26.
9. Зайцева О.И., Колодяжная Т.А., Пуликов А.С. и др. Мембранные аспекты вегетативного реагирования и адаптационные возможности здоровых школьников // Фундаментальные исследования. 2015. №1-7. С. 1358-1362.
10. Кассиль Г.Н. Внутренняя среда организма. М.: Наука, 2003. 432 с.
11. Курьянова Е.В., Трясучев А.В., Тёплый Д.Л. Адreno-, холинореактивность эритроцитов и оценка их сопряженности с показателями свобод-

- норадикального баланса крови у нелинейных крыс // Сибирский научный медицинский журнал. 2019. Т. 39, №4. С. 37-45. <https://doi.org/10.15372/SSMJ20190405>
12. Панин Л.Е., Мокрушников П.В., Куницын В.Г. и др. Основы многоуровневой мезомеханики наноструктурных переходов в мембранах эритроцитов и их разрушения при взаимодействии с гормонами стресса // Физическая мезомеханика. 2011. Т.14, №1. С. 5-17.
 13. Попова Н.М., Гарипова Ч.А., Семёнова А.В. Актуальность и значимость синдрома вегетативной дисфункции у детей и подростков в практике врача педиатра // Научный медицинский журнал «Авиценна». 2019. № 36. С. 4-9.
 14. Розанов В. А. Психическое здоровье детей и подростков – попытка объективной оценки динамики за последние десятилетия с учетом различных подходов // Социальная и клиническая психиатрия. 2018. Т. 28, №1. С. 62-73.
 15. Стрюк Р. И., Длусская И. Г. Адренореактивность и сердечно-сосудистая система. М.: Медицина, 2003. 157 с.
 16. Стрюк Р. И., Брыткова Я. В., Бернс С. А. и др. Ранние маркеры сердечно-сосудистого риска у женщин с наследственной отягощенностью по сердечно-сосудистым заболеваниям // Кардиология. 2018. № 6. Т.58. С. 51–60. <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.6.10133>
 17. Судаков К. В. Адаптивный результат в функциональных системах организма // Успехи современной биологии. 2009. №1. С. 3-9.
 18. Трансляционные исследования электрофоретической подвижности и фазового портрета эритроцитов с учетом развития стрессовой реакции в условиях патологического процесса / Дерюгина А.В., Иващенко М.Н., Игнатьев П.С., Самоделькин А.Г. // Альманах клинической медицины. 2018. №8. Т.46. С. 765–771. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-8-765-771>
 19. Халявкина И. О. Индивидуально-типологические особенности гемодинамики в юношеском возрасте // Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2017. №1. С. 38-44.
 20. Чухловина М.Л. Особенности патогенеза, диагностики и лечения панических атак у лиц молодого возраста // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2020. Т.12, №3. С. 37–41. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2020-3-37-41>
 21. Gourishankar A., Belton M., Hashmi S. et al. Demographic and clinical features of pediatric patients with orthostatic intolerance and an abnormal head-up tilt table test; A retrospective descriptive study // *Pediatr. Neonatol.* 2020. Vol. 61, No. 1. P. 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.06.012>

22. Jagadish S., Singer W., Kotagal S. Autonomic dysfunction in childhood hypersomnia disorders // *Sleep Med.* 2021. Vol. 78. P. 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.11.040>
23. Khetsuriani R., Topuria D., Pruidze N. Age specific correlation peculiarities of the diameter and deformation of a healthy human erythrocyte membrane // *Georgian Med News.* 2019. Vol. 286. P. 132-135.
24. Paraiso L., Goncalves-E-Oliveira A., Cunha L. et al. Effects of acuter and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers // *PLoS One.* 2017. Vol. 12, No. 2, e0171318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171318>
25. Shuaibi S. , AlAshqar A., Ahmed S. et al. Primary Headache Disorder Among School Students in Kuwait // *Front Neurol.* 2021. Vol. 12, e621017. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.621017>
26. Stewart J., Boris J., Chelimsky G. et al. Pediatric disorders of orthostatic intolerance // *Pediatrics.* 2018. Vol. 141, no. 1, e20171673. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1673>
27. Treatment of somatic symptom disorder in childhood: evidence-based psychotherapy interventions / Tamás R., Perczel- Forintos D., Máté O., Gyenge Z. // *Orv Hetil.* 2020. Vol. 161, No. 25. P. 1050-1058. <https://doi.org/10.1556/650.2020.31740>
28. Walsh K., Baneck T., Page R. et al. Psychogenic pseudosyncope: Not always a diagnosis of exclusio // *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2018. Vol. 41, No. 5. P. 480-486. <https://doi.org/10.1111/pace.13316>

References

1. Avdulova T. P. *Psikhologiya podrostkovogo vozrasta: uchebnik i praktikum dlya vuzov* [Psychology of adolescence: textbook and workshop for universities] M.: Izdatel'stvo Yurayt, 2020, 394 p.
2. Akarachkova E.S. K voprosu diagnostiki i lecheniya psikhovegetativnykh rasstroystv v obshchesomaticheskoy praktike [On the issue of diagnosis and treatment of psychovegetative disorders in general somatic practice]. *Lechashchiy vrach*, 2010, no. 10, pp. 60–64.
3. Baevskiy R.M. Kontseptsiya fiziologicheskoy normy i kriterii zdorov'ya [Physiological norm concept and health criteria]. *Ross. fiziol. Zhurnal*, 2003, no. 4, pp. 473-487.
4. Belokon' N. A. Kuberger M. B. *Bolezni serdtsa i sosudov u detey: Rukovodstvo dlya vrachey* [Diseases of the heart and blood vessels in children: A guide for doctors]. M.: Meditsina, 1987, 447 p.

5. Vladimirov YU.A., Dobretsov G.E. *Fluorestsentn-yye zondy v issledovanii biologicheskikh membrane* [Fluorescent probes in the study of biological membranes]. M.: Nauka, 1980, 320 p.
6. Veyn A.M. *Vegetativnye rasstroystva: Klinika. Lechenie. Diagnostika* [Autonomic Disorders: Clinic. Treatment. Diagnostics]. M.: Med.inform. agenstvo, 2003, 752 p.
7. Dermanova I.B. *Diagnostika emotsional'no-nravstvennogo razvitiya* [Diagnostics of emotional and moral development]. SPb.: Rech', 2002, 171 p.
8. Zaytseva O.I., Tereshchenko V.P., Prakhin E.I. Sposob opredeleniya tipov kletchnoy reaktivnosti u detey [Method for determining types of cellular reactivity in children]. *Ofitsial'nyy Byull. Ros. patentnogo vedomstva: izobretenie i poleznye modeli*, 2004, no. 18, pp. 20-27.
9. Zaytseva O.I., Kolodyazhnaya T.A., Pulikov A.S. i dr. Membrannyye aspekty vegetativnogo reagirovaniya i adaptatsionnye vozmozhnosti zdorovykh shkol'nikov [Membrane Aspects of Autonomic Response and Adaptation Capabilities of Healthy Schoolchildren]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, no. 1-7, pp. 1358-1362. Schoolchildren
10. Kassil' G.N. *Vnutrennyaya sreda organizma* [Internal environment of the body]. M.: Nauka, 2003, 432 p.
11. Kur'yanova E.V., Tryasuchev A.V., Teplyy D.L. Adreno-, kholinoreaktivnost' eritrotsitov i otsenka ikh sopryazhennosti s pokazatelyami svobodnoradikal'nogo balansa krovi u nelineynykh krys [Adreno-, cholinergic reactivity of erythrocytes and assessment of their relationship with indicators of free radical blood balance in nonlinear rats]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal*, 2019, vol.39, no. 4, pp. 37-45. <https://doi.org/10.15372/SSMJ20190405>
12. Panin L.E., Mokrushnikov P.V., Kunitsyn V.G. et al. Osnovy mnogourovnevoy mezomekhaniki nanostrukturnykh perekhodov v membranakh eritrotsitov i ikh razrusheniya pri vzaimodeystvii s gormonami stressa [Fundamentals of multi-level mesomechanics of nanostructural transitions in erythrocyte membranes and their destruction when interacting with stress hormones]. *Fizicheskaya mezomekhanika*, 2011, vol. 14, no. 3, pp. 5-17.
13. Popova N.M., Garipova CH.A., Semenova A.V. Aktual'nost' i znachimost' sindroma vegetativnoy disfunktsii u detey i podrostkov v praktike vracha pediatri. [Relevance and significance of autonomic dysfunction syndrome in children and adolescents in the practice of a pediatrician]. *Nauchnyy meditsinskiy zhurnal «Avitsenna»*, 2019, no. 36, pp. 4-9.
14. Rozanov V.A. Psikhicheskoe zdorov'e detey i podrostkov – popytka ob'ektivnoy otsenki dinamiki za poslednie desyatiletiya s uchetom razlichnykh podk-

- hodov [Mental health of children and adolescents - an attempt to objectively assess the dynamics over the past decades, taking into account various approaches]. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhiatriya*, 2018, vol. 28, no. 1, pp. 62-73.
15. Stryuk R. I., Dlusskaya I. G. *Adrenoreaktivnost' i serdechno-sosudistaya Sistema* [Adrenoreactivity and cardiovascular system]. M.: Meditsina, 2003, 157 p.
 16. Stryuk R. I., Brytkova Ya. V., Berns S. A. et al. Rannie markery serdechno-sosudistogo riska u zhenshchin s nasledstvennoy otyagoshchennost'yu po serdechno-sosudistym zabolevaniyam [Early markers of cardiovascular risk in women with hereditary history of cardiovascular diseases]. *Kardiologiya*, 2018, vol. 58, no. 6, pp. 51-60.
 17. Sudakov K. V. Adaptivnyy rezul'tat v funktsional'nykh sistemakh organizma [Adaptive result in functional systems of the body]. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 2009, vol. 46, no. 8, pp. 3-9. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-8-765-771>
 18. Deryugina A.V., Ivashchenko M.N., Ignat'ev P.S., Samodelkin A.G. Translyatsionnye issledovaniya elektroforeticheskoy podvizhnosti i fazovogo portreta eritrotsitov s uchetom razvitiya stressovoy reaktsii v usloviyakh patologicheskogo protsessa [Adaptive result in functional systems of the body]. *Al'manakh klinicheskoy meditsiny*, 2018, vol. 46, no. 8, pp. 765-771. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-8-765-771>
 19. Khalyavkina I. O. Individual'no-tipologicheskie osobennosti gemodinamiki v yunosheskom vozraste [Individual-typological features of hemodynamics in adolescence]. *Zhurnal fundamental'noy meditsiny i biologii*, 2017, no. 1, pp. 38-44.
 20. Chukhlovina M. L. Osobennosti patogeneza, diagnostiki i lecheniya panicheskikh atak u lits molodogo vozrasta [Features of the pathogenesis, diagnosis and treatment of panic attacks in young people]. *Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika*, 2020, vol. 12, no. 3, pp. 37-41. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2020-3-37-41>
 21. Gourishankar A., Belton M., Hashmi S. et al. Demographic and clinical features of pediatric patients with orthostatic intolerance and an abnormal head-up tilt table test; A retrospective descriptive study. *Pediatr. Neonatol.*, 2020, vol. 61, no. 1, pp. 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.06.012>
 22. Jagadish S., Singer W., Kotagal S. Autonomic dysfunction in childhood hypersomnia disorders. *Sleep Med.*, 2021, vol. 78, pp. 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.11.040>
 23. Khetsuriani R., Topuria D., Pruidze N. Age specific correlation peculiarities of the diameter and deformation of a healthy human erythrocyte membrane. *Georgian Med News*, 2019, vol. 286, pp. 132-135.

24. Paraiso L., Goncalves-E-Oliveira A., Cunha L. et al. Effects of acuter and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers. *PLoS One*, 2017, vol. 12, no. 2, e0171318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171318>
25. Shuaibi S. , AlAshqar A., Ahmed S. et al. Primary Headache Disorder Among School Students in Kuwait. *Front Neurol.*, 2021, vol.12, e621017. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.621017>
26. Stewart J., Boris J., Chelimsky G. et al. Pediatric disorders of orthostatic intolerance. *Pediatrics*, 2018, vol. 141, no. 1, e20171673. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1673>
27. Tamás R., Perczel- Forintos D., Máté O., Gyenge Z. Treatment of somatic symptom disorder in childhood: evidence-based psychotherapy interventions. *Orv Hetil*, 2020, vol. 161, no. 25, pp. 1050-1058. <https://doi.org/10.1556/650.2020.31740>
28. Walsh K., Baneck T., Page R. et al. Psychogenic pseudosyncope: Not always a diagnosis of exclusion. *Pacing Clin. Electrophysiol*, 2018, vol. 41, no. 5, pp. 480-486. <https://doi.org/10.1111/pace.13316>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Зайцева Жанна Геннадьевна, младший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии
ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН «НИИ МПС»
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
89831549968@mail.ru

Зайцева Ольга Исаевна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии
ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН «НИИ МПС»
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
1081959@mail.ru

Колодяжная Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии
ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН «НИИ МПС»
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
tat2360955@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Zhanna G. Zaitseva, Junior Researcher of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

*3g, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
89831549968@mail.ru*

ORCID: 0000-0001-6863-7014

Olga I. Zaitseva, Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

*3g, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
1081959@mail.ru*

SPIN-code: 2500-1508

ORCID: 0000-0001-7199-2308

Researcher ID: K-2006-2018

Scopus Author ID: 57192690998

Tatyana A. Kolodyazhnaya, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

*3g, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
tat2360955@mail.ru*

ORCID: 0000-0001-5695-4880

Поступила 26.07.2021

После рецензирования 03.08.2021

Принята 01.10.2021

Received 26.07.2021

Revised 03.08.2021

Accepted 01.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-285-306

УДК 159.9: 316.6

ОСОБЕННОСТИ СМЫСЛОВОЙ СФЕРЫ ЛИЧНОСТИ И СУТОЧНОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЗАНЯТОСТИ СТУДЕНТОВ, ПЕРЕБОЛЕВШИХ COVID-2019

Н.А. Цветкова, П.А. Кисляков, Е.А. Володарская

Обоснование. Пандемия COVID-19 и связанная с ней массовая самоизоляция оказала существенное влияние на сформировавшиеся у студентов к ее началу особенности смысловой сферы личности. И чем сильнее изменившиеся условия жизнедеятельности отразились на жизни и здоровье самих студентов, тем, вероятно, сильнее изменились их смысложизненные ориентации, базисные убеждения, а также практика заполнения времени собственной жизни. Важно определить, какие различия по данным параметрам наблюдаются у тех студентов, которые переболели этой вирусной инфекцией, при сравнении с теми студентами, кто ею не болел.

Цель исследования заключалась в выявлении особенностей смысложизненных ориентаций личности, базисных убеждений и суточного структурирования времени жизни в период самоизоляции студентов, переболевших вирусной инфекцией COVID-2019.

Материалы и методы. Выборка состояла из 180 студентов, обучающихся на 4-ом курсе нескольких московских вузов (МГППУ, РГСУ, МГОУ и др.) на факультетах социально-гуманитарной направленности. Из этой, случайным образом составленной студенческой выборки, была выделена группа студентов, переболевших COVID-19. Сравнивались две студенческих группы: 1) студенты, переболевшие COVID-19; 2) студенты, не болевшие им. Эмпирические данные собраны на основе теста «Смысложизненные ориентации» (СЖО) Д.А. Леонтьева, шкалы базисных убеждений (WAS) Р. Янова-Бульмана в адаптации М.А. Падун и А.В. Котельниковой и специально разработанной методики самооценки студентами структуры и объема суточной занятости в период действия ограничительных мер, связанных с пандемией COVID-19. Перечень видов суточной занятости был разработан студентами 4-ого курса факультета экстремальной психологии Московского государственного психолого-педагогического университета во время учебных занятий в онлайн-формате. Он включал следующие виды суточной занятости: сон,

учебная деятельность, работа по дому, время за компьютером с вне учебной целью, лежание в горизонтальном положении, поддержание физической формы, просмотр телевизора, другая занятость – свой вариант, который мог включать работу, волонтерскую деятельность и др. Участвовавшим в исследовании студентам в роли испытуемых давалась инструкция: «Вспомните, пожалуйста, чем именно Вы обычно были заняты в течение суток в период самоизоляции и выразите это в % соотношении, исходя из общей суммы 100%. В строке: «Другая занятость» – перечислите то, чем именно вы занимались».

Математико-статистическая обработка данных осуществлена на основе пакета MS Office Excel, IBM SPSS Statistics 23. Достоверность различий в показателях двух студенческих групп определялась по U-критерию Манна-Уитни.

Результаты. Установлено, что переболевшие вирусом COVID-19 студенты отличаются от студентов, не болевших им, более высоким общим уровнем осмысленности жизни; хотя структура общего уровня осмысленности жизни у них совпадает (на первом месте находятся цели жизни, за ними следуют: локус контроля «жизнь», процесс жизни, результат жизни; завершает эту иерархию локус контроля «Я»), однако студенты, переболевшие вирусом COVID-19, живут с более выраженным ощущением результативности жизни и являются более целеустремленными людьми; они также имеют относительно более высокие показатели локуса контроля «жизнь», процесса жизни, локуса контроля «Я»; переболевшие вирусом COVID-19 студенты имеют сходный уровень убежденности в доброжелательности мира и подконтрольности происходящих в их жизни событий с не болевшими им студентами. В то же время в их когнитивных моделях мира сформировался более высокий, но не выходящий за пределы нормативных значений, уровень базисных убеждений – в собственной удачливости и везении, ценности и значимости собственного «Я», наличии справедливости; студенты, переболевшие вирусом COVID-19, более разнообразно структурируют свою занятость в течение суток, по сравнению с не болевшими им студентами.

Заключение. Полученные эмпирическим путем данные подтверждают наличие различий между студенческими выборками: студенты, переболевшие вирусной инфекцией COVID-19, отличаются от своих сверстников, не болевших ею, как особенностями смысловой сферы личности, так и особенностями структурирования времени собственной жизни. Чтобы научно объяснить эти выявленные различия, требуются дополнительные исследования с большим охватом студентов.

Ключевые слова: студенты, переболевшие COVID-19; смысложизненные ориентации; базисные убеждения; суточная занятость студентов; ограничительные меры; сравнительный анализ

Для цитирования. Цветкова Н.А., Кисляков П.А., Володарская Е.А. Особенности смысловой сферы личности и суточного структурирования занятости студентов, переболевших COVID-2019 // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 285-306. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-285-306

FEATURES OF THE SEMANTIC SPHERE OF PERSONALITY AND DAILY STRUCTURING OF EMPLOYMENT OF STUDENTS WHO HAVE HAD COVID-2019

N.A. Tsvetkova, P.A. Kislyakov, E.A. Volodarskaya

Background. *The COVID-19 pandemic and the mass self-isolation associated with it had a significant impact on the features of the semantic sphere of personality formed by students at its beginning. And the more the changed living conditions affected the life and health of the students themselves, the more likely their life-meaning orientations, basic beliefs, as well as the practice of filling the time of their own life have changed. It is important to determine what differences in these parameters are observed in those students who have had this viral infection, when compared with those students who have not had it.*

The purpose of the study was to identify the features of the meaning-of-life orientations of the individual, basic beliefs and the daily structuring of life time during the period of self-isolation of students who were ill with the COVID-2019 viral infection.

Materials and methods. *The sample consisted of 180 students who studied at the 4th year of several Moscow universities (MSPPU, RSSU, MSOU, etc.) at the faculties of social and humanitarian orientation. A group of students who had been ill with COVID-19 was selected from this randomly compiled student sample. Two student groups were compared: 1) students who have had COVID-19; 2) students who have not had it. Empirical data are collected on the basis of the test "Life orientations" by D.A. Leontiev, the scale of basic beliefs (WAS) by R. Yanov-Bulman in the adaptation of M.A. Padun and A.V. Kotelnikova and a specially developed methodology for students 'self-assessment of the structure and volume of daily employment during the period of restrictive measures related to the COVID-19 pandemic. The list of types of daily employment was developed by students of the*

4th year of the Faculty of Extreme Psychology of the Moscow State Psychological and Pedagogical University during training sessions in an online format. It included the following types of daily employment: sleep, educational activities, housework, time at the computer for non-educational purposes, lying in a horizontal position, maintaining physical fitness, watching TV, other employment-its own version, which could include work, volunteer activities, etc. The students participating in the study were given instructions as subjects: "Please remember what exactly you were usually busy with during the day during the period of self-isolation and express it in % ratio, based on the total amount of 100%. In the line: "Other employment" – list what exactly you were doing."

Mathematical and statistical data processing is carried out on the basis of the MS package Office Excel, IBM SPSS Statistics 23. The reliability of the differences in the indicators of the two student groups was determined by the Mann-Whitney U-criterion.

Results. *It is established that ill virus COVID-19 students differ from students without a history of them, the higher the overall level of meaningfulness of life; although the structure of the General level of meaningfulness of life in them is the same (in first place is the goal of life, followed by: locus of control life, the process of life, the result of life; this completes the hierarchy of locus of control, "I"), but the students had been ill with the virus COVID-19, live with a more pronounced sense of the efficiency of life and are more motivated people; they also have a relatively higher indicators of locus of control life, the process of life, locus of control "I"; ill with the virus COVID-19 students have similar levels of belief in the benevolence of the world and control the events in their life events without a history of them students. At the same time in their cognitive models of the world was formed more than a high, but not beyond the normative values, the level of basic beliefs – in their own luck and luck, the value and significance of their own "I", there is justice; students who recover from the virus COVID-19, more varied structure of his employment during the day, compared to without a history of them students.*

Conclusion. *The data obtained empirically confirm the presence of differences between the student samples: students who have had the COVID-19 virus infection differ from their peers who have not had it, both by the peculiarities of the semantic sphere of the individual and by the peculiarities of structuring the time of their own life. In order to scientifically explain these identified differences, additional research is required with a large coverage of students.*

Keywords: *students who have been ill with COVID-19; life-meaning orientations; basic beliefs; daily employment of students; restrictive measures; comparative analysis.*

***For citation.** Tsvetkova N. A., Kislyakov P. A. Features of the semantic sphere of personality and daily structuring of employment of students who have been ill with COVID-2019. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 285-306. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-285-306*

Введение

11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила вспышку заболеваемости коронавирусом SARS-CoV-2 пандемией COVID-19. В конце марта 2020 г. в Москве ввели режим полной самоизоляции. Казалось, что к лету 2021 г. ситуация улучшилась – режим самоизоляции, пропуска и график прогулок отменили с 9 июня. Однако уже в конце июня стало ясно, что период неопределенности продолжится. В нем, с той или иной долей успешности, адаптируются различные категории российского населения. Студенчество – самая активная и, на наш взгляд, самая уязвимая из них. От социального поведения студенческой молодежи во многом зависят социальная безопасность в стране, а также перспективы развития государства в плане сохранения и повышения качества человеческого капитала.

Социальное поведение людей зависит от того, какими смыслами и убеждениями оно детерминируется. Возможно предположить, что сформировавшиеся у студентов к началу пандемии COVID-19 представления о мире, ценности и смысле жизни, ее целях, о себе и своем будущем в затянувшейся ситуации неопределенности претерпевают значительные изменения. И чем сильнее отражается пандемия на самих студентах, их семьях и близких людях, тем, вероятно, сильнее трансформируется их смысловая сфера личности – смысловые ориентации, базисные убеждения, а также практика заполнения времени собственной жизни.

Согласно Д.А. Леонтьеву, смысловые ориентации представляют собой перечень сугубо индивидуальных целей и ценностей, которые человек положил в основу своего жизнеосуществления [9]. В силу значимости для регуляции социального поведения смысловые ориентации у студентов довольно активно исследовались отечественными психологами в XXI веке. С.В. Шкилев рассмотрел их как фактор социально-психологической адаптации к процессу обучения в вузе [24]. Они изучались у студентов разных направлений подготовки [2; 4; 6; 7; 16; 27]. Опубликованы эмпирические исследования, отражающие связь смысловых ориентаций с уверенностью студентов в себе [5], с их жизнестойкостью [12] и самоактуализацией [27].

Базисные убеждения как компонент смысловой сферы личности – имплицитные, глобальные, устойчивые представления людей о себе и о мире, влияющие на мышление, эмоциональные состояния и восприятие происходящих событий, в соответствии с которыми формируется их социальное поведение [3; 15], также изучались на студенческих выборах. Базисные убеждения студентов анализировались как ресурс межкультурной адаптации [10]. Выявлена их роль в интенсивности проявления студенческих страхов [23]. Установлены взаимосвязи между базисными убеждениями студентов и их моделями мира [11], со стратегиями сетевой активности [19], со смысложизненными ориентациями [18].

В 2020-2021 гг. в России появились исследования психологических особенностей студентов в период пандемии COVID-19: изучались организация физической активности [25], понимание ситуации самоизоляции [17], психологическое состояние в условиях выхода из нее [1]. Проблемы смысла жизни, смысложизненного ориентирования, стратегий жизни, базисных убеждений, актуализировавшиеся в период неопределенности – пандемии COVID-19, также стали предметами научного анализа психологов [15; 26], однако они пока остаются слабо разработанными.

Современные зарубежные и отечественные исследователи смысложизненных ориентаций и базисных убеждений личности преимущественно опираются на теоретико-методологическую базу экзистенциально-гуманистического подхода [20; 21; 22; 30], что позволяет им поставить новые исследовательские вопросы и побудить к поиску ответов на них [28; 29; 30; 32].

В этом отношении данная статья обогащает научные представления об особенностях смысложизненных ориентаций, базисных убеждений и суточной занятости студентов, переболевших COVID-19, а также показывает необходимость психологической помощи в период восстановления после болезни.

Цель исследования заключалась в выявлении особенностей смысложизненных ориентаций личности, базисных убеждений и суточного структурирования времени жизни в период самоизоляции студентов, переболевших вирусной инфекцией COVID-2019.

Исследовательские вопросы: 1) какие особенности в смысловой сфере личности отличают студентов, переболевших COVID-2019, от их сверстников, избежавших этого заболевания? 2) существуют ли различия в структурировании суточной занятости у сравниваемых студенческих групп? 3) возможно ли считать выявленные различия психологическими последствиями перенесенного заболевания COVID-2019?

Гипотеза: студенты, переболевшие COVID-2019, отличаются от своих сверстников-студентов, избежавших этого заболевания, по таким параметрам смысловой сферы личности, как смысложизненные ориентации и базисные убеждения, а также по практике структурировании суточной занятости, сформировавшейся в период самоизоляции. Причем эти отличия будут свидетельствовать о более высоком уровне личностного развития студентов, переболевших COVID-2019.

Материалы и методы исследования

В эмпирическом исследовании, которое проводилось с марта по июнь 2021 г., приняли участие 180 студентов, подавляющее большинство из которых обучалось на 4-ом курсе нескольких московских вузов (МГППУ, РГСУ, МГОУ и др.) на факультетах социально-гуманитарной направленности. Из этой, случайным образом составленной студенческой выборки, была выделена группа студентов, переболевших вирусом COVID-19. В ходе исследования сравнивались две студенческих группы: 1) студенты, переболевшие вирусом COVID-19 (40 чел.); 2) студенты, не болевшие им (140 чел.).

Эмпирические данные собраны на основе следующих методик психодиагностики: 1) тест «Смысложизненные ориентации» (СЖО) Д.А. Лентьева, позволяющий определить «источник» смысла жизни, который усматривается человеком либо в будущем (цели), настоящем (процесс), прошлом (результат), либо во всех трех измерениях жизни, а также общий уровень осмысленности жизни [9]; 2) шкала базисных убеждений (WAS) Р. Янова-Бульмана в адаптации М.А. Падун и А.В. Котельниковой [13]. На ее основе анализировались убеждения студентов относительно доброжелательности окружающего мира, справедливости, Я-образа, удачи, убеждения о контроле; методика также позволяет судить об особенностях их когнитивных моделей мира; 3) самооценка студентами структуры и объема суточной занятости в период действия ограничительных мер, связанных с пандемией COVID-19, исходя из 100%. Перечень видов суточной занятости был составлен студентами 4-ого курса факультета экстремальной психологии Московского государственного психолого-педагогического университета в ходе проведенной фокус группы. Он включил следующие виды суточной занятости: сон, учебная деятельность, работа по дому, время за компьютером с вне учебной целью, лежание в горизонтальном положении, поддержание физической формы, просмотр телевизора, другая занятость (свой вариант). Свой вариант мог включать работу по найму,

волонтерскую деятельность и другое. Участвовавшим в исследовании студентам в роли испытуемых давалась инструкция: «Вспомните, пожалуйста, чем именно Вы обычно были заняты в течение суток в период самоизоляции и выразите это в % соотношении, исходя из общей суммы 100%». В строке: «Другая занятость» – перечислите то, чем именно вы занимались, помимо тех видов занятости, что указаны в перечне».

Математико-статистическая обработка данных осуществлена на основе пакета MS Office Excel, IBM SPSS Statistics 23. Достоверность различий в показателях двух студенческих групп определялась по U-критерию Манна-Уитни.

Результаты исследования

1. Результаты определения общего уровня осмысленности жизни и его частных структурных компонентов в двух сравниваемых студенческих группах

Данные об общем уровне осмысленности жизни, полученные в выборках переболевших вирусом COVID-19 и не болевших им студентов, представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты анализа данных по интегративному параметру «Общий уровень осмысленности жизни», полученных в выборках переболевших вирусом COVID-19 и не болевших им студентов

Студенческие выборки	Общий уровень осмысленности жизни (средние значения)	Распределение выборок по уровням осмысленности жизни					
		высокий		средний		низкий	
		чел.	%	чел.	%	чел.	%
Переболевшие	138,3	14	35,0	22	55,0	4	10,0
Не болевшие	129,6	43	30,7	71	50,7	26	18,6

Таблица 1 отражает тот факт, что общий уровень осмысленности жизни явно выше в группе студентов, переболевших вирусом COVID-19. В этой группе больше процентная доля студентов с высоким и средним общим уровнем осмысленности жизни и значительно меньше доля тех, у кого он на низком уровне. Поясним, что максимальное значение общего уровня осмысленности жизни – 189 баллов. Интервал от 113 до 140 баллов является областью высоких значений. Из этого следует, что обследованная студенческая выборка в целом характеризуется как имеющая высокий общий уровень осмысленности жизни, причем в группе переболевших вирусом COVID-19 он заметно выше.

Результаты анализа данных по отдельным структурным компонентам общего уровня осмысленности жизни представлены ниже в таблице 2.

Таблица 2.

Показатели отдельных компонентов общего уровня осмысленности жизни обследованных студентов, переболевших и не болевших COVID-19

Структурные компоненты общего уровня осмысленности жизни	Группа студентов, переболевших COVID-19	Группа студентов, не болевших COVID-19
	Средние значения по группам	
1. Цели в жизни	31,8	29,6
2. Локус контроля «Жизнь»	30,2	28,6
3. Процесс жизни	29,0	27,6
4. Результат жизни	26,5	24,1
5. Локус контроля «Я»	20,8	19,6

Таблица 2 свидетельствует о совпадающей структуре общего уровня осмысленности жизни, но при этом о несколько более высоких показателях в группе студентов, переболевших вирусом COVID-19, по сравнению с группой студентов, не болевших им. Показатели четырех структурных компонентов общего уровня осмысленности жизни обеих групп (цели в жизни, локус контроля «Жизнь», процесс жизни, локус контроля «Я») находятся на среднем уровне сформированности. Что касается параметра «результат жизни», то его показатель в группе переболевших вирусом COVID-19 находится на высоком уровне, а в группе не болевших им студентов – на среднем.

2. Результаты определения различий в когнитивных моделях мира по системе базисных убеждений двух сравниваемых студенческих групп

Показатели пяти базисных убеждений каждой из сравниваемых групп представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 показывает явное различие в когнитивных моделях мира двух студенческих групп по параметру «удача»: если группа студентов, переболевших вирусом COVID-19, демонстрирует высокий уровень базисной убежденности в собственной удачливости и везении, то группа не болевших им студентов – средний. Есть различие и по параметру «образ «Я»»: убеждение в ценности и значимости собственного «Я», в том, что они хорошие и достойные люди, также несколько выше у переболевших вирусом COVID-19 студентов; а также по параметру «справедливость»: убеждение в том, что в мире действуют справедливые законы, поэтому

каждый человек получает то, что заслуживает, сильнее выражено в группе переболевших вирусом. В то же время группы сходны в убеждениях относительно доброжелательности мира и возможности контролировать жизни события.

Таблица 3.

**Показатели базисных убеждений студентов,
переболевших и не болевших COVID-19**

Система базисных убеждений	Группа студентов, переболевших COVID-19	Группа студентов, не болевших COVID-19
	Средние значения в стенах (максимально – 10)	
1. Удача	8,1	7,1
2. Образ «Я»	7,9	7,3
3. Убеждения о контроле	6,9	6,6
4. Доброжелательность мира	6,4	6,2
5. Справедливость	5,1	4,3

Проверка достоверности выявленных межгрупповых различий по этим двум интегративным параметрам показала наличие одного различия на уровне достоверности $p \leq 0,01$ – по общему уровню осмысленности жизни и ряд различий на уровне достоверности $p \leq 0,05$ (на этом уровне различаются два частных параметра смысловых ориентаций – «локус контроля «жизнь» ($U = 2228,0$ при $p = 0,049$) и «результат жизни» ($U = 2176,0$ при $p = 0,031$)). В системе базисных убеждений отмечается различие такого же уровня достоверности по параметру «справедливость окружающего мира» ($U = 2220,0$ при $p = 0,044$).

Обнаруженное межгрупповое различие по общему уровню осмысленности жизни и тенденции к различиям в смысловых ориентациях и когнитивной картине мире позволили предположить наличие различий в том, как студенты обеих групп структурируют свое время жизни в течение суток в условиях текущей пандемии коронавирусной инфекции, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2, и действия ограничительных мер.

3. Результаты анализа самооценок студентов, переболевших и не болевших COVID-19, по параметру «Суточная занятость в период действия ограничительных мер».

Результаты анализа эмпирических данных по этому интегративному параметру представлены в таблице 4.

Таблица 4.

**Результаты анализа самооценок студентов обеих групп по параметру
«Суточная занятость в период действия ограничительных мер»**

Структура суточной занятости студентов в период действия ограничительных мер	Группа студентов, переболевших COVID-19	Группа студентов, не болевших COVID-19
	Средние значения по группам (в %)	
1. Сон	25,0	26,2
2. Учебная деятельность	21,2	25,1
3. Работа по дому	12,6	9,7
4. Время за компьютером с вне учебной целью	11,1	13,8
5. Лежание в горизонтальном положении	10,0	9,1
6. Поддержание физической формы	9,7	9,6
7. Другая занятость	6,2	2,8
8. Просмотр телевизора	4,2	3,7

Таблица 4 показывает заметные различия между группами по параметрам: «сон», «учебная деятельность», «время, проводимое за компьютером с вне учебными целями» (процентные доли этих структурных компонентов суточной занятости выше в группе студентов, не болевших вирусом COVID-19); различия также наблюдаются по параметрам: «работа по дому», «лежание», «просмотр телевизора», «другая занятость» (показатели по ним выше в группе студентов, переболевших вирусом COVID-19). Проверка достоверности выявленных межгрупповых различий показала, что они находятся на уровне достоверности $p \leq 0,05$, то есть между сравниваемыми группами имеется тенденция к различию по параметрам: «учебная деятельность», «другая занятость», «за компьютером с вне учебной целью».

Обсуждение

Результаты исследования особенностей смысловой сферы студентов, переболевших COVID-19 и не болевших им, а также их опыта структурировании суточной занятости в период самоизоляции позволяют вынести на обсуждение следующие положения:

1) переболевшие вирусом COVID-19 студенты имеют не только в целом высокий общий уровень осмысленности жизни, но и более высокий по сравнению со своими сверстниками, не переболевшими этим вирусным заболеванием. Возможно, этот результат объясняется осознанием ценно-

сти собственной жизни в ситуации угрозы ее потерять, усилившейся потребностью анализировать происходящее в стране и мире;

2) у переболевших вирусом COVID-19 студентов и студентов, не болевших им, совпадает структура общего уровня осмысленности жизни (на первом месте находятся цели жизни, за ними следуют: локус контроля «жизнь», процесс жизни, результат жизни; завершает эту иерархию локус контроля «Я»). Это вполне объяснимо возрастными особенностями: целей много, а уверенности в собственных силах и самообладания не хватает.

Однако студенты, переболевшие вирусом COVID-19, живут с более выраженным ощущением результативности жизни и являются более целеустремленными людьми, чем студенты, не болевшие этим вирусом; переболевшие вирусом COVID-19 студенты также имеют относительно более высокие показатели локуса контроля «жизнь», процесса жизни, локуса контроля «Я». Вполне вероятно, что совладание с этим инфекционным заболеванием студенты ставят себе в заслугу и надеются достичь большего, чем до болезни. Возможно также, что в период болезни у обследованных студентов актуализировались механизмы развития, продвигающие личность по пути к зрелости (болезнь ускорила темп взросления);

3) переболевшие вирусом COVID-19 студенты имеют сходный уровень убежденности в доброжелательности мира и подконтрольности происходящих в их жизни событий с не болевшими им студентами. В то же время в их когнитивных моделях мира сформировался более высокий, но не выходящий за пределы нормативных значений, уровень базисных убеждений – в собственной удачливости и везении, ценности и значимости собственного «Я», наличии справедливости. Возможно, что победа над опасной для жизни болезнью поспособствовала оптимизации их мировоззрения;

4) студенты, переболевшие вирусом COVID-19, более разнообразно структурируют свою занятость в течение суток, по сравнению с не болевших им студентами. Об этом свидетельствует показатель «другая занятость», который у них более чем в два раза выше. Этот результат отчасти можно объяснить тем фактом, что в группе студентов, переболевших COVID-19, 26 чел. (65%) в период действия ограничительных мер совмещали учебу с работой; в группе не болевших им делали это 83 чел. (59,3%). Студенты, переболевшие вирусом COVID-19, меньше спят, меньше занимаются учебной деятельностью, меньше проводят времени за компьютером с вне учебными целями, однако они больше времени уделяют домоводству, а также больше просто лежат в горизонтальном положении и смотрят телевизор (заметим, что просмотр телепередач – мало характерное времяпрепровождение для

студентов обеих групп). Возможно, что, сохраняя более широкий диапазон проявления активности, студенты, переболевшие вирусом COVID-19, испытывают некоторую слабость и нуждаются в отдыхе больше тех, кто не переболел этим инфекционным заболеванием.

Эти положения дают основание для резюме о том, что выдвинутая в начале исследования гипотеза нашла свое подтверждение: студенты, переболевшие COVID-2019, отличаются от своих сверстников-студентов, избежавших этого заболевания, как по ряду параметров смысловой сферы личности, так и по практике структурировании суточной занятости, сформировавшейся в период самоизоляции; эти отличия свидетельствуют о более высоком уровне личностного развития студентов, переболевших COVID-2019.

Если сравнивать полученные нами данные с данными других исследований, сходных по тематике и выборке, то отметим, что они немногочисленны [1; 8; 14; 17; 19; 25; 26].

В 2020 году проблема затрагивалась на Международном XXV симпозиуме «Психологические проблемы смысла жизни и акме», проходившем Психологическом институте РАО. Преподаватели вузов и работники научных центров России, а также других стран обсуждали проблемы образования и различные аспекты смысла жизни. В частности, Е.В. Фесенко в докладе «Жизнь после карантина: психология смыслов и коронавирус COVID-2019» сделала обзор зарубежных исследований, анализирующих психологическое воздействие карантина, а также раскрыла предкарантинные демографические и социально-психологические предикторы воздействия самоизоляции [14, с. 34-47]. Однако о трансформации смысловой сферы студентов под влиянием пандемии COVID-2019 речь не шла.

В этом же году Р.Т. Абдрашитов, А.М. Абакаров и А.С. Кубекова опубликовали статью «Психологическое состояние студентов в условиях выхода из самоизоляции» [1], в которой охарактеризовали психологический статус студентов медицинского вуза в период ослабления ограничительных мер. Авторы сделали заключение о том, что значительная часть студентов находилась в состоянии стресса и социальной фрустрированности, а следовательно, нуждалась в психологической помощи.

П.А. Кисляков, изучая психологическую устойчивость студенческой молодежи к информационному стрессу в условиях пандемии COVID-19, пришел к выводу, что половина из 218 студентов, обучающихся в вузах города Москвы и города Иваново, нуждается в социальной поддержке [8].

Группа исследователей (Е.А. Сорокоумова и др.), изучавших, как студенты воспринимают ситуацию самоизоляции в период пандемии COVID-19,

установила, что в процессе самоизоляции большинство студентов приобретают новые знания о мире и о себе в нем. Это новое знание создает общее смысловое поле, порождающее новые личностные смыслы [17].

В текущем году были опубликованы результаты исследований Н.Л. Сунгуровой и М.В. Цвекс «Базисные убеждения и стратегии сетевой активности студентов». Базисные убеждения изучались ими как детерминанты поведения в сетевой коммуникации [19].

Ближе всего по постановке проблемы оказалась работа С.А. Эркеновой и А.А. Симакиной, раскрывающая особенности смысложизненных ориентаций, возникшие в период неопределенности – пандемии COVID-19. Авторы также пришли к выводу о существовании различий в смысложизненных ориентациях у людей, перенесших коронавирусную инфекцию, и людей, не заразившихся ею [26].

В целом поиск данных для сравнения с полученными нами результатами показал дефицит искомых научных публикаций. Таким образом, наше исследование восполняет пробел в знаниях об особенностях смысловой сферы личности студентов, переболевших COVID-19, а также об особенностях заполнения ими времени собственной жизни в период самоизоляции. Его результаты позволяют выдвинуть новую гипотезу – предположить формирование позитивных психологических последствий у болевших студентов, но при этом возможное их физическое ослабление (переболевшие студенты больше времени проводят в горизонтальном положении, т. е. лежат «без дела» и дольше смотрят телевизор).

Заключение

Таким образом, обследованные нами студенты, в отличие от не болевших студентов, характеризуются: более высоким общим уровнем осмысленности жизни, большей степенью осознанности своих жизненных целей; более высокой степенью контролируемости своей жизни и удовлетворенности тем, что они получают в результате; они считают себя везучими и удачливыми; проблема справедливости их волнует больше, чем тех, кто не болел вирусом COVID-19; их жизнь относительно более разнообразна; они меньше спят и меньше занимаются учебной деятельностью, но более домовитые, а также больше времени проводят в «ничегонеделании» (лежат в горизонтальном положении, смотрят телевизор).

Эти результаты побуждают задуматься над причинами выявленных значимых различий между обеими студенческими выборками, особенно по общему уровню осмысленности жизни. Возникает вопрос: общий уро-

вень осмысленности жизни значительно повысился у студентов вследствие перенесенного заболевания COVID-19 или же данному заболеванию больше оказались подвержены те представители студенческой молодежи, которые отличаются высоким общим уровнем осмысленности жизни и ведут деятельно более разнообразную и более насыщенную межличностными контактами жизнь? Собственно говоря, это тот же исследовательский вопрос, который был поставлен во введении. В рамках данного исследования он не нашел однозначного ответа, поэтому в заключении его целесообразнее переопределить следующим образом: возможно ли считать выявленные различия психологическими последствиями перенесенного заболевания COVID-2019? В такой формулировке он открывает перспективу дальнейших исследований проблемы трансформации личности под влиянием неочевидной для жизни и здоровья человека угрозы.

В заключение обратим внимание медицинских психологов, оказывающих помощь людям, переболевшим COVID-19, на возможность использования полученных нами результатов в практической работе с пациентами:

– с целью оптимизации смысловой сферы тех из них, кто оказался застрявшим в позиции «жертвы вынужденного положения» (сравнительный анализ данных двух студенческих выборок показал, что люди, прошедшие через серьезное испытание, не только страдали и теряли, но и что-то приобрели, зачастую, нечто более ценное и ранее недостижимое);

– с целью психологической помощи этой категории пациентов в суточном структурировании времени их жизни, чтобы она воспринималась ими как результативная и имеющая смысл. Для организации такой работы на начальном этапе может быть использована содержащаяся в статье наша методика самооценки структуры и объема суточной занятости.

Благодарности. Авторы благодарят за помощь в сборе и первичной обработке эмпирических данных студентов 4 курса факультета экстремальной психологии, обучающихся в МГППУ по программе «Психология служебной деятельности», а также студентов факультета психологии МГОУ и РГСУ.

Список литературы

1. Абдрашитов Р.Т., Абакаров А.М., Кубекова А.С. Психологическое состояние студентов в условиях выхода из самоизоляции // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2020. Т. 9. № 4А. С. 98-105. <https://doi.org/10.34670/AR.2020.25.61.01>

2. Андрейченко А.А., Васюнина Л.М., Зуева В.С. Смысложизненные ориентации студентов разных направлений бакалавриата // Вопросы науки и образования. 2018. № 1 (13). С. 184-188.
3. Денисова Е.Г., Сарелайнен А.И. Базисные убеждения как компонент ценностно-смысловой сферы личности // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2016. Т. 5. № 5А. С. 34-43.
4. Долгова В.И. Исследование смысложизненных ориентаций студентов факультета психологии // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. С. 283-289.
5. Дудина М.Н. Проблема уверенности в себе в контексте смысложизненных ориентаций студентов: результаты эмпирического исследования // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2017. № 8. С. 117-125.
6. Зарубко Е.Ю. Смысложизненные ориентации у студентов разных направлений подготовки // Интернет-журнал «Мир науки». 2018. № 4. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/33PSMN418.pdf>
7. Левшанова В.В., Катунцова В.В. Тенденции индивидуальных различий смысложизненных ориентаций у студентов-психологов // Мир педагогики и психологии. 2017. № 4 (9). С. 22-28.
8. Кисляков П.А. Психологическая устойчивость студенческой молодежи к информационному стрессу в условиях пандемии COVID-19 // Перспективы науки и образования. 2020. № 5 (47). С. 343-356. <https://doi.org/10.32744/pse.2020.5.2>
9. Леонтьев Д.А. Тест смысложизненных ориентаций (СЖО). 2-е изд. М.: Смысл, 2006. 18 с.
10. Маслова О.В. Базовые убеждения личности как ресурс межкультурной адаптации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и Педагогика. 2011. № 3. С. 12-18.
11. Мельничук А.С. Взаимосвязь базисных убеждений и моделей мира у студентов // Психологические проблемы смысла жизни и акмэ: Электронный сборник материалов XXIV Междунар. симпозиума, посвященного 95-летию со дня рождения В.Э. Чудновского, г. Москва, 10–11 апреля 2019 года. М.: ПИ РАО, 2019. С. 261-264.
12. Одинцова М.А. Жизнестойкость и смысложизненные ориентации студенческой молодежи в условиях энтропии современного российского общества // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2012. № 2(108). С. 90-96.
13. Падун М.А., Котельникова А.В. Модификация методики исследования базисных убеждений личности Р. Янофф-Бульман // Психологический журнал. 2008. № 4. Т. 29. С. 98-106.

14. Психологические проблемы смысла жизни и акме: Электрон. сб. материалов XXV Междунар. симпозиума / Отв. ред.: Г.А. Вайзер, Т.А. Попова, Н.В. Кисельникова. М.: ФГБНУ «Психологический институт РАО», 2020. 315 с.
15. Середа Е.И. Базисные убеждения личности как внутренний ресурс ее психологической безопасности // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2013. № 8. С. 66-70.
16. Сладкова И.А. Динамика смысложизненных ориентаций будущих педагогов-психологов в процессе обучения в вузе // Интернет-журнал «Мир науки». 2016. Т. 4. № 2. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/47PSMN216.pdf>
17. Сорокоумова Е.А., Чердымова Е.И., Пучкова Е.Б., Темнова Л.В. Студенты в период пандемии COVID-19: понимание ситуации самоизоляции // Научное обозрение. Серия 1. Экономика и право. 2020. № 3. С. 196-205. <https://doi.org/10.26653/2076-4650-2020-3-18>
18. Сулейманова А.И. Особенности смысложизненных ориентаций студентов и их взаимосвязь с базовыми смысловыми установками // Наука, образование и инновации: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., г. Екатеринбург, 15 октября 2016 года. Екатеринбург: Аэтерна, 2016. С. 206-211.
19. Сунгурова Н.Л., Цвекс М.В. Базисные убеждения и стратегии сетевой активности студентов // Казанский педагогический журнал. 2021. № 1(144). С. 267-271.
20. Франк С.Л. Смысл жизни: Антология. М.: Прогресс-Культура, 1994. 592 с.
21. Франкл В. Человек в поисках смысла. М.: Прогресс, 1990. 368 с.
22. Чудновский В.Э. Становление личности и проблема смысла жизни: Избранные труды. М.: МПСИ, 2006. 768 с.
23. Шаповалова В.С. Роль базисных убеждений в интенсивности проявления студенческих страхов // Научный результат. Серия: Педагогика и психология образования. 2015. Т. 1. № 2 (4). С. 35-41.
24. Шкилев С.В. Смысложизненные ориентации как фактор социально-психологической адаптации студентов в процессе обучения в вузе: дисс. ... канд. психол. наук. Курск, 2006. 178 с.
25. Шмелева Е.А., Кисляков П.А., Константинова Н.П., Пчелинова В.В. Цифровые технологии организации физической активности обучающихся в условиях удаленных образовательных коммуникаций в период пандемии COVID-19 // Теория и практика физической культуры. 2021. № 6. С. 67-70.
26. Эркенова С.А., Симакина А.А. Особенности смысложизненных ориентаций, возникшие в период неопределенности – пандемии COVID-19 // Психологические проблемы смысла жизни и акме. 2021. №1. <http://www.persev.ru/de/node/12593>

27. Яценко Е.Ф., Яценко Э.В. Особенности смысложизненных ориентаций студентов с разным уровнем самоактуализации на завершающем этапе обучения в вузе // Психология. Психофизиология. 2012. № 31. С. 25-34. <https://readera.org/147159769>
28. George L.S., Park C.L. Meaning in life as comprehension, purpose, and maturing: Toward integration and new research questions // Review of General Psychology. 2016. № 20. P. 205-220. <http://dx.doi.org/10.1037/gpr0000077>
29. Heintzelman S.J. Eudaimonia in the contemporary science of subjective well-being: Psychological well-being, self-determination, and meaning in life // Handbook of wellbeing / E. Diener, S. Oishi, L. Tay. Salt Lake City, UT: DEF Publishers, 2018. P. 168-180.
30. Leontiev D.A. Personal meaning: A challenge for psychology // The Journal of Positive Psychology. 2013. № 8. P. 459-470. <https://doi.org/10.1080/17439760.2013.830767>
31. Martela F., Steger M.F. The three meanings of meaning in life: Distinguishing coherence, purpose, and significance // The Journal of Positive Psychology. 2016. Vol. 11, № 5. P. 531-545, <https://doi.org/10.1080/17439760.2015.1137623>
32. McKnight P.E., Kashdan T.B. Purpose in life as a system that creates and sustains health and well-being: An integrative, testable theory // Review of General Psychology. 2009. № 13. P. 242-251. <https://doi.org/10.1037/a0017152>

References

1. Abdrashitov R.T., Abakarov A.M., Kubekova A.S. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya*, 2020, vol. 9, no. 4A, pp. 98-105. <https://doi.org/10.34670/AR.2020.25.61.01>
2. Andreychenko A.A., Vasyunina L.M., Zueva V.S. *Voprosy nauki i obrazovaniya*, 2018, no. 1 (13), pp. 184-188.
3. Denisova E.G., Sarelaynen A.I. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya*, 2016, vol. 5, no. 5A, pp. 34-43.
4. Dolgova V.I. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 6, pp. 283-289.
5. Dudina M.N. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2017, no. 8, pp. 117-125.
6. Zarubko E.Yu. *Internet-zhurnal «Mir nauki»*, 2018, no. 4. <https://mir-nauki.com/PDF/33PSMN418.pdf>
7. Levshchanova V.V., Katunova V.V. *Mir pedagogiki i psikhologii*, 2017, no. 4 (9), pp. 22-28.
8. Kislyakov P.A. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, 2020, no. 5 (47), pp. 343-356. <https://doi.org/10.32744/pse.2020.5.2>

9. Leont'ev D.A. *Test smyslozhiznennykh orientatsiy (SZhO)* [Life Meaning Orientation Test (SJO)]. M.: Smysl, 2006, 18 p.
10. Maslova O.V. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Psikhologiya i Pedagogika*, 2011, no. 3, pp. 12-18.
11. Mel'nichuk A.S. *Psikhologicheskie problemy smysla zhizni i akme: Elektronnyy sbornik materialov XXIV Mezhdunar. simpoziuma, posvyashchennogo 95-letiyu so dnya rozhdeniya V.E. Chudnovskogo, g. Moskva, 10–11 aprelya 2019 goda* [Psychological problems of the meaning of life and acme: Electronic collection of materials of the XXIV International Symposium dedicated to the 95th anniversary of the birth of V.E. Chudnovsky, Moscow, April 10–11, 2019]. M.: PI RAO, 2019, pp. 261-264.
12. Odintsova M.A. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny*, 2012, no. 2(108), pp. 90-96.
13. Padun M.A., Kotel'nikova A.V. *Psikhologicheskiy zhurnal*, 2008, no. 4, vol. 29, pp. 98-106.
14. *Psikhologicheskie problemy smysla zhizni i akme: Elektron. sb. materialov XXV Mezhdunar. simpoziuma* [Psychological problems of the meaning of life and acme: Electron. Sat. Materials XXV Intern. symposium] / eds. G.A. Vayzer, T.A. Popova, N.V. Kisel'nikova. M.: FGBNU «Psikhologicheskiy institut RAO», 2020, 315 p.
15. Sereda E.I. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty*, 2013, no. 8, pp. 66-70.
16. Sladkova I.A. *Internet-zhurnal «Mir nauki»*, 2016, vol. 4, no. 2. <http://mir-nauki.com/PDF/47PSMN216.pdf>
17. Sorokoumova E.A., Cherdymova E.I., Puchkova E.B., Temnova L.V. *Nauchnoe obozrenie. Seriya 1. Ekonomika i pravo*, 2020, no. 3, pp. 196-205. <https://doi.org/10.26653/2076-4650-2020-3-18>
18. Suleymanova A.I. *Nauka, obrazovanie i innovatsii: sb. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Ekaterinburg, 15 oktyabrya 2016 goda* [Science, education and innovations: collection of articles of the Intern. scientific-practical. Conf., Yekaterinburg, October 15, 2016]. Ekaterinburg: Aeterna, 2016, pp. 206-211.
19. Sungurova N.L., Tsveks M.V. *Kazanskiy pedagogicheskiy zhurnal*, 2021, no. 1(144), pp. 267-271.
20. Frank S.L. *Smysl zhizni: Antologiya* [The meaning of life: An anthology]. M.: Progress-Kul'tura, 1994, 592 p.
21. Frankl V. *Chelovek v poiskakh smysla* [Man in search of meaning]. M.: Progress, 1990, 368 p.
22. Chudnovskiy V.E. *Stanovlenie lichnosti i problema smysla zhizni: Izbrannyye Trudy* [The Formation of Personality and the Problem of the Meaning of Life: Selected Works]. M.: MPSI, 2006, 768 p.

23. Shapovalova V.S. *Nauchnyy rezul'tat. Seriya: Pedagogika i psikhologiya obrazovaniya*, 2015, vol. 1, no. 2 (4), pp. 35-41.
24. Shkilev S.V. *Smyslozhiznennye orientatsii kak faktor sotsial'no-psikhologicheskoy adaptatsii studentov v protsesse obucheniya v vuze: diss. ... kand. psikhol. nauk* [Meaningful orientations as a factor in the socio-psychological adaptation of students in the process of learning at the university: diss. ... cand. psychol. Sciences]. Kursk, 2006, 178 p.
25. Shmeleva E.A., Kislyakov P.A., Konstantinova N.P., Pchelina V.V. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2021, no. 6, pp. 67-70.
26. Erkenova S.A., Simakina A.A. *Psikhologicheskie problemy smysla zhizni i acme*, 2021, no. 1. <http://www.persev.ru/de/node/12593>
27. Yashchenko E.F., Yashchenko E.V. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya*, 2012, no. 31, pp. 25-34. <https://readera.org/147159769>
28. George L.S., Park C.L. Meaning in life as comprehension, purpose, and maturing: Toward integration and new research questions. *Review of General Psychology*, 2016, no. 20, pp. 205-220. <http://dx.doi.org/10.1037/gpr0000077>
29. Heintzelman S.J. Eudaimonia in the contemporary science of subjective well-being: Psychological well-being, self-determination, and meaning in life. *Handbook of wellbeing / E. Diener, S. Oishi, L. Tay*. Salt Lake City, UT: DEF Publishers, 2018, pp. 168-180.
30. Leontiev D.A. Personal meaning: A challenge for psychology. *The Journal of Positive Psychology*, 2013, no. 8, pp. 459-470. <https://doi.org/10.1080/17439760.2013.830767>
31. Martela F., Steger M.F. The three meanings of meaning in life: Distinguishing coherence, purpose, and significance. *The Journal of Positive Psychology*, 2016, vol. 11, no. 5, pp. 531-545, <https://doi.org/10.1080/17439760.2015.1137623>
32. McKnight P.E., Kashdan T.B. Purpose in life as a system that creates and sustains health and well-being: An integrative, testable theory. *Review of General Psychology*, 2009, no. 13, pp. 242-251. <https://doi.org/10.1037/a0017152>

ДАнные об авторах

Цветкова Надежда Александровна, доктор психологических наук, доцент, главный научный сотрудник

Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний» (ФКУ НИИ ФСИН России)

*ул. Житная, 14, г. Москва, 119991, ГСП-1, Российская Федерация
TsvetkovaNA@yandex.ru*

Кисляков Павел Александрович, доктор психологических наук, доцент, профессор факультета психологии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Российский государственный социальный университет»
ул. Лосиноостровская, 24, г. Москва, 107150, Российская Федерация
pack.81@mail.ru

Володарская Елена Александровна, доктор психологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Центра организации науки и инноваций
Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской Академии наук (ИИЕТ РАН)
ул. Балтийская, 14, Москва, 125315, Российская Федерация
eavolod@gmail.com

DATA ABOUT THE AUTHORS

Nadezhda A. Tsvetkova, Dr. Sci. (Psychology), Associate Professor, Chief Scientific Officer
Federal state Institution “Research Institute of the Federal Penitentiary Service” (FKU Research Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia)
14, Zhitnaya Str., Moscow, 119991, GSP-1, Russian Federation
TsvetkovaNA@yandex.ru
SPIN-code: 1681-2189
ORCID: 0000-0003-0967-205X
Researcher ID: V-1958-2017
Scopus Author ID: 57190443351

Pavel A. Kislyakov, Dr. Sci. (Psychology), Associate Professor, Professor of the Department of Psychology
Russian State Social University
24, Losinoostrovskaya Str., Moscow, 107150, Russian Federation
pack.81@mail.ru
SPIN-code: 1375-5625
ORCID: 0000-0003-1238-9183
Researcher ID: E-4701-2016
Scopus Author ID: 56348736600

Elena A. Volodarskaya, Dr. Sci. (Psychology), Associate Professor, Leading Researcher

S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences (IHST RAS)

14, Baltiyskaya Str., Moscow, 125315, Russian Federation

eavolod@gmail.com

SPIN-code: 7770-5084

ORCID ID: 0000-0001-9879-0336

ResearcherID: G-5028-2016

Scopus ID: 16242998700

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 21.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 21.10.2021

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-307-320

УДК 632.4.01/.08 + 547.822.7

ИЗУЧЕНИЕ ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 7-R-1,5-ДИНИТРО-3,7- ДИАЗАБИЦИКЛО[3.3.1]НОНАН-2-ОНА

*Е.В. Иванова, М.Б. Никишина, А.В. Третьякова,
Л.Г. Мухторов, Л.В. Переломов, Ю.М. Атрощенко*

Обоснование. Проблема поиска новых эффективных фунгицидов для сельского хозяйства остается актуальной задачей современной агрохимии. Проблема обостряется тем, что, с одной стороны, с годами наблюдается все более широкое распространение грибов-фитопатогенов, вследствие интенсификации сельскохозяйственного производства, и, с другой стороны, наличие повышенные резистентности возбудителей грибковых заболеваний к имеющимся фунгицидам. Данное исследование посвящено изучению фунгицидной активности новых производных 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонана – 7-R-1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-онов. Известно, что производные 3,7-диазабициклононана обладают разносторонней биологической активностью, в том числе показывая антибактериальное и фунгицидное действие. Полученные нами ранее 7-R-1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-оны были изучены на предмет проявления фунгицидной активности *in vitro* по отношению к фитопатогенным грибам различных таксономических классов, которые выступают основной причиной болезней сельскохозяйственных культур.

Цель. Исследовать фунгицидную активность новых производных 7-R-1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-онов на различных грибах-фитопатогенах, возбудителях основных грибных болезней сельскохозяйственных растений.

Материалы и методы. Синтезированные соединения были исследованы *in vitro* на фунгицидную активность в отношении семи грибов-фитопатогенов

различных таксономических классов: *V. inaequalis* является возбудителем парши яблонь, *F. moniliforme* – основная причина фузариозов зерновых колосовых культур, *R. solani* – возбудитель ризоктониоза, *F. oxysporum*, *B. sorokiniana* – вызывают возникновение корневых гнилей, *S. sclerotiorum* – возбудитель белых гнилей, а *P. ostreatus* – возбудитель гнилей стволов деревьев. Радиальный рост мицелия определяли по методике, разработанной НИИТЭХИМ. Для этого осуществляли посев грибных культур в агаризованной питательной среде с добавлением исследуемого вещества. Действующая концентрация препарата в пробе составила 30 мг/л. Подавление роста мицелия гриба рассчитывали в процентах по формуле Эббота. Замеры проводили на 3-и сутки. В качестве эталона сравнения были выбраны товарные фунгициды, из списка препаратов, представленных в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

Результаты. Большинство изучаемых веществ проявляет фунгицидную активность. Отдельные соединения обладают выраженной фунгицидной активностью, сопоставимой с эталоном.

Заключение. Таким образом, при изучении фунгицидной активности новых производных 3,7-дiazабцикло[3.3.1]нонана (биспидина) – 7-R-1,5-динитро-3,7-дiazабцикло[3.3.1]нонан-2-онов на различных грибах-фитопатогенах было показано, что некоторые из полученных соединений обладают выраженной фунгицидной активностью и являются перспективными для дальнейшего тестирования.

Ключевые слова: фунгициды; болезни сельскохозяйственных культур; грибы-фитопатогены; производные 3,7-дiazабцикло[3.3.1]нонана

Для цитирования. Иванова Е.В., Никишина М.Б., Мухторов Л.Г., Переломов Л.В., Атрощенко Ю.М. Изучение фунгицидной активности новых производных 7-R-1,5-динитро-3,7-дiazабцикло[3.3.1]нонан-2-она // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 307-320. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-307-320

INVESTIGATION OF THE FUNGICIDAL ACTIVITY OF NEW DERIVATIVES OF 7-R-1,5-DINITRO-3,7-DIAZABICYCLO[3.3.1]NONAN-2-ONE

*E.V. Ivanova, M.B. Nikishina, L.G. Mukhtorov,
L.V. Perelomov, Yu.M. Atroshchenko*

Background. The problem of finding new effective fungicides for agriculture remains an urgent task of modern agrochemistry. The problem is exacerbated by the fact that, on the one hand, over the years, there has been an ever wider spread of

fungi-phytopathogens, due to the intensification of agricultural production, and, on the other hand, there is an increase in the resistance of pathogens of fungal diseases to the available fungicides. This study is devoted to the study of the fungicidal activity of new derivatives of 3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonane – 7-R-1,5-dinitro-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonan-2-ones. It is known that 3,7-diazabicyclononane derivatives have versatile biological activity, including showing antibacterial and fungicidal action. Previously obtained 7-R-1,5-dinitro-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonan-2-ones were studied for the manifestation of fungicidal activity in vitro in relation to phytopathogenic fungi of various taxonomic classes, which are the main cause diseases of agricultural crops.

Purpose. *To investigate the fungicidal activity of new derivatives of 7-R-1,5-dinitro-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonan-2-ones on various phytopathogenic fungi, causative agents of the main fungal diseases of agricultural plants.*

Materials and methods. *The synthesized compounds were tested in vitro for fungicidal activity against seven fungi-phytopathogens of various taxonomic classes: V. inaequalis is the causative agent of apple scab, F. moniliforme is the main cause of fusarium diseases of cereal crops, R. solani is the causative agent of rhizoctonia, F. oxysporum, B sorokiniana - cause root rot, S. sclerotiorum is the causative agent of white rot, and P. ostreatus is the causative agent of tree stem rot. To determine the radial growth of mycelium, the fungal cultures were inoculated in agar nutrient medium with the addition of the test substance. The effective concentration of the drug in the sample was 30 mg/l. The suppression of fungal mycelium growth was calculated as a percentage using the Abbott's formula. Measurements were carried out on the 3rd day. Commercial fungicides were selected as a comparison standard from the list of drugs presented in the State Catalog of Pesticides and Agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation.*

Results. *Most of the studied substances exhibit fungicidal activity. Some compounds have a pronounced fungicidal activity comparable to Russian commercial fungicides.*

Conclusion. *Thus, when studying the fungicidal activity of new 3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonanes (bispidines) – 7-R-1,5-dinitro-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonan-2-ones on various fungi-phytopathogens, it was shown that some of the obtained compounds have pronounced fungicidal activity and are promising for further testing.*

Keywords: *fungicides, crop diseases, phytopathogenic fungi, 3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonane derivatives.*

For citation. *Ivanova E.V., Nikishina M.B., Mukhtorov L.G., Perelomov L.V., Atroshchenko Yu.M. Investigation of the fungicidal activity of new derivatives of 7-R-1,5-dinitro-3,7-diazabicyclo [3.3.1] nonan-2-one. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 307-320. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-307-320*

Введение

Одной из актуальных задач агрохимии является создание новых эффективных препаратов, которые обладают фунгицидной активностью и, в тоже время безопасны для человека и окружающей среды [1, 10]. Проблема поиска новых фунгицидов обусловлена тем, что интенсивное развитие сельскохозяйственного производства, активное внедрение гидропонных технологий, изолированность парниковых площадей способствует активному распространению и росту грибов-фитопатогенов и, как следствие, развитию грибковых заболеваний сельскохозяйственных растений. Вред, приносимый грибами ежегодно, оценивается во всем мире миллиардами долларов. Грибы-паразиты растений каждый год отнимают у человечества, по крайней мере, 1/8 мирового урожая сельскохозяйственной продукции [5, 7].

В связи с этим на кафедре химии ТГПУ им. Л.Н.Толстого была начата работа по изучению фунгицидной [11, 13, 15] и биологической активности [4, 9, 14] органических соединений различных классов, а также коллоидов d-металлов. Данное исследование посвящено изучению фунгицидной активности новых производных 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонана (биспидина) – 7-R-1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-онов.

Из литературных данных известно, что каркас 3,7-диазабициклонона входит в качестве структурного компонента в состав целого ряда алкалоидов, таких как спартеин, цитизин, анагирин, лупанин и др., которые являются БАВ широкого спектра действия [12, 18, 19]. Так, биспидины обладают анальгетическими, нейролептическими, антигистаминными, противораковыми свойствами, в том числе показывая антибактериальное и фунгицидное действие [16, 17, 20].

Цель работы

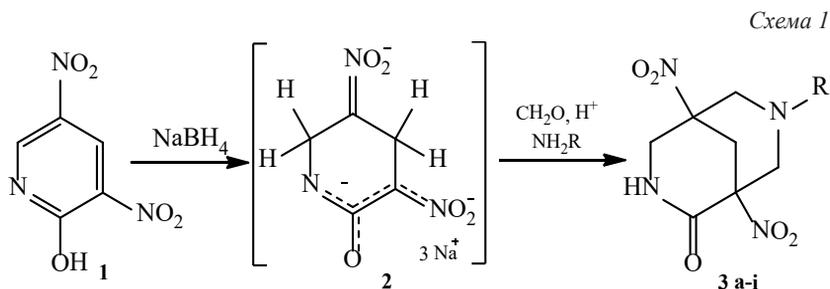
Исследовать фунгицидную активность новых производных 7-R-1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-онов на различных грибах-фитопатогенах, возбудителях основных грибных болезней сельскохозяйственных растений.

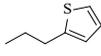
Научная новизна

Впервые проведено исследование фунгицидной активности новых синтезированных органических соединений – 7-замещенных 1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-онов на семи фитопатогенных грибах, относящихся к различным таксономическим классам и охватывающих широкий спектр возбудителей грибных болезней сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы исследования

Выбранные для исследования новые производные 3,7-диазабисцикло[3.3.1]нонана (биспидина) были получены нами ранее путем введения в реакцию Манниха с формальдегидом и первичными аминами анионного σ -комплекса 2-гидрокси-3,5-динитропиридина [6] (схема 1).



R = Me (a), Et (b), All (c), Bn (d),  (e), $-(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ (f), $-(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ (g), $-(\text{CH}_2)_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$ (h),  (i).

Строение образующихся в результате синтеза веществ доказано с помощью современных инструментальных методов анализа: ИК, масс-, одномерной и двумерной корреляционной ЯМР – спектроскопии [6].

Синтезированные соединения были изучены на предмет проявления фунгицидной активности *in vitro* по отношению к семи фитопатогенным грибам различных таксономических классов, которые выступают основной причиной болезней сельскохозяйственных культур. Так *V. inaequalis* является возбудителем парши яблонь, *F. moniliforme* – основная причина фузариозов зерновых колосовых культур, *R. solani* – возбудитель ризоктониоза, *F. oxysporum*, *B. sorokiniana* – вызывают возникновение корневых гнилей, *S. sclerotiorum* – возбудитель белых гнилей, а *P. ostreatus* – возбудитель гнилей стволов деревьев. Таким образом, штаммы грибов были подобраны так, чтобы изучить действие синтезированных соединений на основных возбудителях грибных болезней сельскохозяйственных растений.

Использованные в работе штаммы фитопатогенных грибов были взяты из «Государственной коллекции фитопатогенных микроорганизмов и сортов растений-идентификаторов патогенных штаммов микроорганизмов»

в центре коллективного пользования на базе ВНИИФ (Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии).

Перед выполнением эксперимента посуду подготавливают, руководствуясь, ГОСТ 9.048-89. Тщательно вымытые и завернутые в бумагу чашки Петри проходят стерилизацию в течение 2,5 часов в автоклаве при температуре 160 °С [3].

Далее готовят картофельно-сахарозную агаризованную среду. Для этого около 200 г картофеля варят в 1 л воды в течение 60 минут. Полученный отвар процеживают через марлю. К отвару добавляют 20 г агар-агара и 20 г сахарозы. Для гомогенизации полученной смеси колбу необходимо нагреть.

Затем навески по 3 мг изучаемых соединений растворяли в 0,5 мл диметилацетамида и 9,5 мл воды. Полученные растворы при перемешивании вливали в 90 мл питательной среды. Таким образом, действие исследуемых соединений оценивали в концентрации 30 мг/л. Колбы закрывали ватными пробками и стерилизовали в автоклаве.

В качестве контроля использовалась питательная картофельно-сахарозная агаризованная среда. Кроме того, для сравнения была протестирована фунгистатичность ряда товарных фунгицидов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Список данных препаратов, имеется в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов [2]. Из указанного списка против *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *R. solani* и *B. sorokiniana* был выбран препарат «Максим», с действующим веществом Флудиоксонил, «Профит Голд» с действующим веществом Фамоксадон, направленным на подавление *S. sclerotiorum*, а также «Рак» (действующее вещество Дифеноконазол), который успешно используется против *V. inaequalis*.

В предварительно промаркированные чашки Петри (d=9 см) разливали растворы изучаемых веществ в агаризированной питательной среде. Чтобы агар-агар застыл чашки оставляли при комнатной температуре. Далее осуществляли инокуляцию штаммов фитопатогенных грибов на поверхность питательной среды с помощью предварительно прокаленной над пламенем горелки бактериологической петли. Затем чашки в термостат с установленным значением температуры в 25±0,5°С. Замеры диаметра колоний производили на третьи сутки. Расчет фунгицидной активности был выполнен по формуле Эббота [8], где:

$$T = \frac{d_k - d_o}{d_k} \times 100\%,$$

T – фунгицидная активность препарата по сравнению с контролем, %;

d_k – диаметр колонии гриба в контрольном опыте;

d_o – диаметр колонии гриба в опыте с исследуемым веществом.
Эксперимент проводили в трехкратной повторности.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные в результате проведенных экспериментов данные по фунгицидной активности новых 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-онов представлены в таблице 1.

Таблица 1.
Фунгицидная активность 7-R-1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нонан-2-онов на 3-и сутки после посева

Соединения	Штаммы фитопатогенных грибов						
	F. moniliforme	F. oxysporum	S. sclerotiorum	V. inaequalis	R. solani	B. Sorokiniana	P. Ostreatus
3-a	19/60	30/56	19/20	41/96	43/100	48/100	12/100
3-b	32/60	19/56	24/20	42/96	54/100	51/100	46/100
3-c	0/60	23/56	28/20	47/96	56/100	55/100	53/100
3-d	65/60	30/56	29/20	47/96	74/100	59/100	59/100
3-e	17/60	36/56	32/20	47/96	80/100	59/100	46/100
3-f	34/60	31/56	43/20	44/96	69/100	63/100	51/100
3-g	29/60	33/56	31/20	60/96	71/100	63/100	32/100
3-h	16/60	43/56	36/20	69/96	71/100	67/100	49/100
3-i	52/60	33/56	4/20	66/96	71/100	63/100	63/100

* фунгицидная активность тестируемого вещества/ товарного фунгицида.

Исходя из представленных в таблице 1 данных, можно сделать вывод, что, спустя 72 часа большинство изучаемых веществ проявляет фунгицидную активность, однако, в целом, она ниже, чем у эталонных препаратов. На фоне остальных соединений по фунгистатичности лидируют бициклононаны 3h, 3i, 3d. Также следует отметить, что соединения 3b-h эффективнее борются с *S. sclerotiorum* по сравнению с препаратом «Профит Голд». Вещества 3d, 3e также показывают достаточно высокую, сопоставимую с товарным фунгицидом, активность по отношению к *R. solani*. Соединения 3d и 3i проявляют выраженную фунгицидную активность к *F. moniliforme*. Рост мицелия *V. inaequalis* и *B. sorokiniana* наиболее эффективно подавляют биспидины 3h и 3i.

Заключение

Таким образом, при изучении фунгицидной активности новых производных 3,7-диазабицикло[3.3.1]нонана (биспидина) – 7-R-1,5-динитро-3,7-ди-

азабицикло[3.3.1]нонан-2-онов на грибах-фитопатогенах различных таксонических групп были получены результаты, показывающие, что некоторые из полученных соединений обладают выраженной фунгицидной активностью и являются перспективными для дальнейшего тестирования.

Благодарности. Авторы выражают благодарность ведущему научному сотруднику ВНИИ фитопатологии, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Песцову Георгию Вячеславовичу за методическую помощь в организации опытов по определению фунгицидной активности синтезированных органических соединений.

Список литературы

1. Ганиев М.М. Химические средства защиты растений. М.: Колос, 2006. 248 с.
2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. 1. Пестициды. М.: Агрорус, 2017. 941с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Завершнева Т.А., Никишина М.Б., Бойкова О.И., Иванова Е.В., Половецкая О.С., Атрощенко Ю.М., Кобраков К.И. Изучение влияния органических дикарбоновых кислот на биометрические показатели и накопление нитрат-ионов в плодах огурцов // Бултеровские сообщения. 2017. Т. 51, № 9. С. 76-82. <https://butlerov.com/files/reports/2017/vol51/9/76/17-51-9-76~.pdf>
5. Захаренко В.А. Научное обеспечение производства, рынка и реализации пестицидов в аграрном секторе Российской Федерации // Агрохимия. 2014. № 4. С. 3–19.
6. Иванова Е.В., Федянин И.В., Сулова И.И., Блохин И.В., Атрощенко Ю.М., Шахкельдян И.В. Амино- и гидроксиметилирование гидридных аддуктов 2-гидрокси-3,5-динитропиридина // Химия гетероциклических соединений. 2013. № 7. С. 1073–1081.
7. Лысенко Н. Н. Однократное и двукратное применение фунгицидов при защите озимой пшеницы от болезней // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2007. Т. 6, № 3. С. 28-32.
8. Методические рекомендации по определению фунгицидной активности новых соединений. Черкассы: НИИТЭХИМ. 1984. 34 с.
9. Мухторов Л.Г., Никишина М.Б., Иванова Е.В., Атрощенко Ю.М., Шахкельдян И.В., Пешкова А.М. Исследование биологической активности 2-метил-5-нитробензоксазола и его динитропроизводных // Бултеров-

- ские сообщения. 2019. Т. 57, № 2. С. 85-89. <https://doi.org/10.37952/ROI-jbc-01/19-57-2-85>
10. Овсянкина А.В. Корневые гнили зерновых // Теория и практика паразитарных болезней животных. 2012. № 13. С. 300-303.
 11. Сурова И.И., Иванова Е.В., Атрощенко Ю.М., Песцов Г.В., Кобраков К.И. Синтез и фунгицидная активность 2-метокси-7-*R*-1,5-динитро-3,7-диазабицикло[3.3.1]нон-2-енов // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 51, №8. С.65-70. https://butlerov.com/files/reports/2017/vol51/8/65/03_09_20204617-51-8-65-.pdf
 12. Fattorusso E., Tagliatalata-Scafati O. Modern alkaloids: structure, isolation, synthesis, and biology. John Wiley & Sons. 2008. 691 p.
 13. Kozlova V.N., Nikishina M.B., Ivanova E.V., Atroshchenko Yu.M. Fungicidal activity of colloidal copper particles obtained on the basis of the extract of the *Alchemilla Vulgaris* // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2020. Т. 12, № 1. С. 56-59. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-56-59>
 14. Kozlova V.N., Nikishina M.B., Ivanova E.V., Atroshchenko Yu.M. The biological activity of colloidal copper particles obtained by “green synthesis” based on the extract of the *Alchemilla Vulgaris* // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2020. Т. 12, № 1. С. 60-63. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-60-63>
 15. Mukhtorov L., Pestsov G., Nikishina M., Ivanova E., Atroshchenko Yu., Peregomov L. Fungicidal properties of 2-amino-4-nitrophenol and its derivatives. // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2019. Т. 102, № 6. С. 880-886. <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02602-4>
 16. Parthiban P., Rathika P., Ramkumar V., Son S.M., Jeong Y.T. Stereospecific synthesis of oximes and oxime ethers of 3-azabicycles: A SAR study towards antimicrobial agents // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 2010. V. 20. P. 1642–1647. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2010.01.048>
 17. Ramachandran R., Parthiban P., Rani M., Jayanthi S., Kabilan S., Jeong Y.T. Synthesis, stereochemistry and in vitro antimicrobial evaluation of novel 2-[(2,4-diaryl-3-azabicyclo[3.3.1]nonan-9-ylidene)hydrazono]-4-phenyl-2,3-dihydrothiazoles // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 2011. V. 21. P. 6301–6304. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2011.08.115>
 18. Sacchetti A., Rossetti A. Synthesis of Natural Compounds Based on the [3,7]-Diazabicyclo[3.3.1]nonane (Bispidine) Core // European Journal of Organic Chemistry. 2021. Issue 10. P.1491-1507. <http://dx.doi.org/10.1002/ejoc.202001439>
 19. Steven G.Williams, Mohan Bhadbhade, Roger Bishop, Alison T.Ung. An alkaloid-like 3-azabicyclo[3.3.1]non-3-ene library obtained from the bridged Ritter reaction // Tetrahedron. Volume 73. Issue 2. P. 116-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tet.2016.11.057>

20. Xavier J.J.F., Krishnasamy K., Sankar C. Synthesis and antibacterial, antifungal activities of some 2*r*,4*c*-diaryl-3-azabicyclo[3.3.1]nonan-9-one-4-aminobenzoyl hydrazones // *Med. Chem. Res.* 2012. V. 21. P. 345–350. <https://doi.org/10.1007/s00044-010-9528-6>

References

1. Ganiyev M.M. *Khimicheskiye sredstva zashchity rasteniy* [Plant protection]. M.: Kolos, 2006, 248 p.
2. Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii. CH. 1. Pestitsidy [State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. Part 1. Pesticides]. M.: Agorus, 2017, 941 p.
3. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Agropromizdat, 1985, 351 p.
4. Zaversheva T.A., Nikishina M.B., Boykova O.I., Ivanova E.V., Polovetskaya O.S., Atroshchenko Yu.M., Kobrakov K.I. *Izucheniye vliyaniya organicheskikh dikarbonovykh kislot na biometricheskiye pokazateli i nakopleniye nitrat-ionov v plodakh ogurtsov* [Study of the influence of organic dicarboxylic acids on biometric parameters and the accumulation of nitrate ions in cucumber fruits]. *Butlerov Communications*, 2017, vol. 51, no. 9, pp. 76-82. <https://butlerov.com/files/reports/2017/vol51/9/76/17-51-9-76~.pdf>
5. Zakharenko V.A. *Nauchnoye obespecheniye proizvodstva, rynka i realizatsii pestitsidov v agrarnom sektore Rossiyskoy Federatsii* [Scientific support for the production, market and sale of pesticides in the agricultural sector of the Russian Federation]. *Agrokimiya*, 2014, no. 4, pp. 3–19.
6. Ivanova E.V., Fedyanin I.V., Surova I.I., Blokhin I.V., Atroshchenko Yu.M., Shakkeldian I.V. *Amino- and hydroxymethylation of hydride adducts of 2-hydroxy-3,5-dinitropyridine. Chemistry of heterocyclic compounds*, 2013, vol. 49, no. 7, pp. 1000-1008.
7. Lysenko N. N. *Odnokratnoye i dvukratnoye primeneniye fungitsidov pri zashchite ozimoy pshenitsy ot bolezney* [Single and double use of fungicides in the protection of winter wheat from diseases]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2007, vol. 6, no. 3, pp. 28-32.
8. *Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu fungitsidnoy aktivnosti novykh soyedineniy* [Guidelines for determining the fungicidal activity of new compounds]. Cherkassy: NIITEKHIM, 1984, 34 p.
9. Mukhtorov L.G., Nikishina M.B., Ivanova E.V., Atroshchenko Yu.M., Shakhkel'dyan I.V., Peshkova A.M. *Issledovaniye biologicheskoy aktivnosti 2-metil-5-ni-*

- trobenzoksazola i yego dinitroproizvodnykh [Study of the biological activity of 2-methyl-5-nitrobenzoxazole and its dinitro derivatives]. *Butlerov Communications*, 2019, vol. 57, no. 2, pp. 85-89. <https://doi.org/10.37952/ROI-jbc-01/19-57-2-85>
10. Ovsyankina A.V. Kornevyye gnili zernovykh [Root rot of cereals]. *Teoriya i praktika parazitarnykh bolezney zivotnykh*, 2012, no. 13, pp. 300-303.
 11. Surova I.I., Ivanova E.V., Atroshchenko Yu.M., Pestsov G.V., Kobrakov K.I. Sintez i fungitsidnaya aktivnost' 2-metoksi-7-R-1,5-dinitro-3,7-diazabitsiklo[3.3.1] non-2-yenov [Synthesis and fungicidal activity of 2-methoxy-7-R-1,5-dinitro-3,7-diazabicyclo [3.3.1] non-2-enes]. *Butlerov Communications*, 2017, vol. 51, no. 8, pp. 65-70. https://butlerov.com/files/reports/2017/vol51/8/65/03_09_20204617-51-8-65-.pdf
 12. Fattorusso E., Tagliatalata-Scafati O. *Modern alkaloids: structure, isolation, synthesis, and biology*. John Wiley & Sons, 2008, 691 p.
 13. Kozlova V.N., Nikishina M.B., Ivanova E.V., Atroshchenko Yu.M. Fungicidal activity of colloidal copper particles obtained on the basis of the extract of the *Alchemilla Vulgaris*. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 56-59. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-56-59>
 14. Kozlova V.N., Nikishina M.B., Ivanova E.V., Atroshchenko Yu.M. The biological activity of colloidal copper particles obtained by "green synthesis" based on the extract of the *Alchemilla Vulgaris*. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 60-63. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-60-63>
 15. Mukhtorov L., Pestsov G., Nikishina M., Ivanova E., Atroshchenko Yu., Perekomov L. Fungicidal properties of 2-amino-4-nitrophenol and its derivatives. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2019, vol. 102, no. 6, pp. 880-886. <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02602-4>
 16. Parthiban P., Rathika P., Ramkumar V., Son S.M., Jeong Y.T. Stereospecific synthesis of oximes and oxime ethers of 3-azabicycles: A SAR study towards antimicrobial agents. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2010, vol. 20, pp. 1642–1647. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2010.01.048>
 17. Ramachandran R., Parthiban P., Rani M., Jayanthi S., Kabilan S., Jeong Y.T. Synthesis, stereochemistry and in vitro antimicrobial evaluation of novel 2-[(2,4-diaryl-3-azabicyclo[3.3.1]nonan-9-ylidene)hydrazono]-4-phenyl-2,3-dihydrothiazoles. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 2011, vol. 21, pp. 6301–6304. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2011.08.115>
 18. Sacchetti A., Rossetti A. Synthesis of Natural Compounds Based on the [3,7]-Diazabicyclo[3.3.1]nonane (Bispidine) Core. *European Journal of Organic Chemistry*, 2021, no. 10, pp. 1491-1507. <http://dx.doi.org/10.1002/ejoc.202001439>

19. Steven G. Williams, Mohan Bhadbhade, Roger Bishop, Alison T. Ung. An alkaloid-like 3-azabicyclo[3.3.1]non-3-ene library obtained from the bridged Ritter reaction. *Tetrahedron*, vol. 73, no. 2, pp. 116-128. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tet.2016.11.057>
20. Xavier J.J.F., Krishnasamy K., Sankar C. Synthesis and antibacterial, antifungal activities of some 2r,4c-diaryl-3-azabicyclo[3.3.1]nonan-9-one-4-amino-benzoyl hydrazones. *Med. Chem. Res.*, 2012, vol. 21, pp. 345–350. <https://doi.org/10.1007/s00044-010-9528-6>

ВКЛАД АВТОРОВ

Иванова Е.В.: синтез и очистка исследуемых соединений, разработка концепции научной работы, составление черновика рукописи.

Никишина М.Б.: обработка и анализ результатов эксперимента.

Третьякова А.В.: посев и контроль за ростом грибов-фитопатогенов.

Мухторов Л.Г.: обработка и анализ результатов эксперимента.

Переломов Л.В.: анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания.

Атрощенко Ю.М.: разработка концепции научной работы, редактирование черновика рукописи.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Evgeniya V. Ivanova: synthesis and purification of the substances under study, development of the concept of scientific work, compilation of a draft manuscript.

Maria B. Nikishina: processing and analysis of experimental results.

Anastasia V. Tretyakova: sowing and control over the growth of fungi-phytopathogens.

Loik G. Mukhtorov: processing and analysis of experimental results.

Leonid V. Perelomov: analysis of scientific work, critical revision with the introduction of valuable intellectual content.

Yuri M. Atroshchenko: development of the concept of scientific work, editing the draft of the manuscript.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Иванова Евгения Владимировна, доцент кафедры химии, к.х.н., доцент
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация
otela005@gmail.com

Никишина Мария Борисовна, заведующий кафедрой химии, к.х.н., доцент
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация
tata-67@mail.ru

Третьякова Анастасия Валерьевна, аспирант кафедры биологии и технологии живых систем
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация
glazunovaanastasiya@gmail.com

Мухторов Лоик Гургович, научный сотрудник кафедры химии, к.х.н
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация
mukhtorov.loik@mail.ru

Переломов Леонид Викторович, старший научный сотрудник кафедры химии, к.б.н., доцент
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация
perelotov@ramler.ru

Атрошенко Юрий Михайлович, ведущий научный сотрудник кафедры химии, д.х.н., профессор
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого
пр. Ленина 125, г. Тула, 300026, Российская Федерация
reaktiv@tsput.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Evgeniya V. Ivanova, Associate Professor of the Department of Chemistry, Ph.D., Associate Professor
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation
omela005@gmail.com

Maria B. Nikishina, Head of the Department of Chemistry, Ph.D., Associate Professor

*Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation
glazynovaanastasiya@gmail.com*

Anastasia V. Tretyakova, postgraduate student of the Department of Biology and Technology of Living Systems

*Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation
mama-67@mail.ru*

Loik G. Mukhtorov, Researcher of the Department of Chemistry, Ph.D.

*Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation
mukhtorov.loik@mail.ru*

Leonid V. Perelomov, Senior Researcher of the Department of Chemistry, Ph.D., Associate Professor

*Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation
perelomov@ramler.ru*

Yuri M. Atroshchenko, Leading Researcher of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Professor

*Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
125, Lenin Ave., Tula, 300026, Russian Federation
reaktiv@tsput.ru*

Поступила 27.09.2021

После рецензирования 01.10.2021

Принята 11.10.2021

Received 27.09.2021

Revised 01.10.2021

Accepted 11.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-321-335

УДК 911.52:634.93

ЛАНДШАФТНО-ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

А.С. Рулев, О.В. Рулева, Г.А. Рулев, В.В. Танюкевич

Обоснование. Ранее проводилась инвентаризация защитных лесных полос, описанная в границах административных районов Ростовской области. Однако лесорастительные условия произрастания защитных лесных насаждений определяются ландшафтом территории, поэтому для оценки состояния защитных лесных насаждений Доно-Сало-Манычского междуречья использовался ландшафтно-лесомелиоративный подход.

Цель. На основе ландшафтно-лесомелиоративного подхода проведена оценка состояния защитных лесных насаждений, а также изучение полигонов с применением данных дистанционного зондирования.

Новизна исследований. Впервые применяется ландшафтно-водосборный подход к оценке и группировке защитных лесных насаждений Доно-Сало-Манычского междуречья Ростовской области.

Материалы и методы. Исследования междуречного полигона агролесоландшафтов были проведены на основе камерального анализа дистанционно-картографических данных и ландшафтно-лесомелиоративной интерпретации космической фотоинформации.

Результаты. Выделено 9 ландшафтных районов, со слабой и средней степенью эродированности земель. В каждом ландшафтном районе были заложены тестовые участки с модельными лесными полосами. Основной древесной породой полезащитных лесных полос является робиния ложноакациевая (*Robinia pseudoacacia*), она занимает 65%. Оставшиеся 8% площади лесных полос относятся к ясеневым (*Fraxinus*).

Заключение. Ландшафтно-лесомелиоративный подход к оценке состояния полезащитных лесных насаждений включает изучение особенностей микро-, мезорельефа, структуры почвенного покрова и оценки состояния лесных насаждений, состоящих в агролесоландшафтах из преобладающих пород: робиния ложноакация, вяз приземистый и ясень зеленый. Робиния ложноакациевая занимает 65-70% от общей площади насаждений. Вязовни-

ки занимают 27% от общей площади лесонасаждений, преобладают спелые и перестойные древостои. Такой подход дает возможность планировать мероприятия по обустройству ландшафтной территории, основываясь на знаниях лесорастительных условий.

Ключевые слова: ландшафтно-лесомелиоративный; районирование; лесомелиоративное районирование; защитные лесные насаждения

Для цитирования. Рулев А.С., Рулева О.В., Рулев Г.А., Танюкевич В.В. Ландшафтно-лесомелиоративный подход к оценке состояния защитных лесных насаждений // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 5. С. 321-335. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-321-335

LANDSCAPE AND FOREST RECLAMATION APPROACH TO ASSESSING THE STATE OF PROTECTIVE FOREST PLANTINGS

A.S. Rulev, O.V. Ruleva, G.A. Rulev, V.V. Tanyukevich

Background. Previously, an inventory of protective forest belts was carried out, described within the boundaries of the administrative districts of the Rostov region. However, the forest-growing conditions of protective forest stands are determined by the landscape of the territory, so to assess the state of the Don-Salo-Manych interfluvium, a landscape-forest-reclamation approach was used.

Purpose. On the basis of the landscape-forest-reclamation approach, the assessment of the state of protective forest stands was carried out, as well as the study of polygons using remote sensing data.

The novelty of research. For the first time, a landscape-catchment approach is applied to the assessment and grouping of protective forest plantations of the Dono-Salo-Manych interfluvium of the Rostov region.

Materials and methods. Studies of the inter-river polygon of agroforestry landscapes were carried out on the basis of a camera analysis of remote cartographic data and landscape-forest-reclamation interpretation of space photo information.

Results. There are 9 land-shaft areas with a weak and medium degree of land erosion. Test plots with model forest belts were laid out in each landscape area. The main tree species of protective forest belts is *Robinia pseudoacacia* (*Robinia pseudoacacia*), it occupies 65%. Оставшиеся 8% площади лесных полос относятся к ясеневым (*Fraxinus*).

Conclusion. The landscape-forest reclamation approach to assessing the state of field-protective forest stands includes studying the features of micro- and mesorelief, the structure of the soil cover and assessing the state of forest stands, consisting in

agroforestry landscapes of the prevailing species: robinia false acacia, squat elm and green ash. Robinia false acacia occupies 65-70% of the total plantation area. Elm trees occupy 27% of the total area of planted forests, dominated by mature and over-mature stands. This approach makes it possible to plan measures for the arrangement of the landscape territory, based on knowledge of forest growing conditions.

Keywords: *landscape-forest-reclamation; zoning; forest-reclamation zoning; protective forest stands*

For citation. *Rulev A.S., Ruleva O.V., Rulev G.A., Tanyukevich V.V. Landscape and Forest Reclamation Approach to Assessing the State of Protective Forest Plantings. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 321-335. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-321-335*

Введение

Ранее проводилась инвентаризация защитных лесных полос, описанная в границах административных районов Ростовской области. Однако лесорастительные условия произрастания защитных лесных насаждений (ЗЛН) определяются ландшафтом территории, поэтому для оценки состояния ЗЛН Доно-Сало-Манычского междуречья использовался ландшафтно-лесомелиоративный подход, включающий оценку [1, 3, 8, 10-12, 13-15]:

- мезорельефа;
- пластики мезорельефа (соотношение положительных и отрицательных элементов мезорельефа);
- структуру почвенного покрова;
- группировку почв по лесопригодности;
- лесомелиоративно-таксационных характеристик ЗЛН.

Исследования проводились в границах Сало-Манычского лесомелиоративного района (ЛМР), он включает следующие административные районы: Дубовский, Заветенский, Зимовниковский, Орловский, Пролетарский, Ремонтненский [4]. Полигон исследований занимает площадь 25% от площади Ростовской области, в том числе площадь пашни – 19%. Лесистость пашни в районе варьировала от 2% до 3%.

Материалы и методы

Исследования агроландшафтов включали два этапа: камеральный анализ и полевое эталонирование дистанционно-картографической информации.

- Камеральный анализ лесорастительных условий междуречья [5,6].
- Полевое эталонирование космической фотоинформации. Закладка пробных площадей в защитных лесных насаждениях [4,16-18, 20].

- Ландшафтно-лесомелиоративный анализ дистанционной информации для оценки лесорастительных условий земельного фонда [7,8,10].

На основе полевого эталонирования космической фотоинформации, анализа тематических карт было проведено ландшафтное районирование, а также изучение полигонов исследований.

Выделено 9 ландшафтных районов (табл. 1). При оценке земельного фонда районов были использованы карты [2, 4, 19].

Таблица 1.

Характеристика эрозионного состояния ландшафтных районов

№ ландшафтного района	Название ландшафтного района	Площадь, км ²	Густота, км/км ² ; глубина, м	% эродированных почв
1	2	3	4	5
1	Аллювиально-пойменная долина р. Сал	3560	0.2-0.4 менее 10	0-5
2	Сало-Донской степной между-речный	2680	0.4-0.6 30-50	10
3	Каро-Сало-Аксибаевский пустынно-степной	3160	0.6-1.0 50-70	20
4	Сало-Джурак-Сальский пустынно-степной	4560	0.6-1.0 50-70	20
5	Юго-восточный пустынно-степной	8760	1.0-1.3 100-120	30
6	Гашунский степной	2160	0.6-1.0 50-70	20
7	Сало-Куберлинский степной	3120	0.6-1.0 50-70	20
8	Сало-Маньчский степной между-речный	1880	0.2-0.4 20-30	10
9	Маньчский степной	2400	0.6-1.0 50-70	20
Итого		32280		–

В выбранных модельных лесных полосах, руководствуясь, ОСТ - 83 [8,9], закладывались пробные площади, с учетом возрастной структуры древостоев насаждений. Выделялись следующие группы возраста (табл. 2).

Результаты. Беря начало в Ростовской области у хутора Новоилловлинский Заветинского района река Сал образуется слиянием рек Кара-Сал и Джурак-Сал. Протяженность р. составляет от истока до устья порядка 798 км. Площадь водосборного бассейна 21300 км².

Крупные притоки у р. Сал расположены слева – это Большой Гашун, Дренажный канал, Малая Куберле, Большая Куберле, Кривая. Слева также расположены значительные балки – Мазанка, Баглай и Таловая. Наиболее крупный правый приток р. Сал – р. Ерик.

Таблица 2.

Классификация древостоев лесных полос по возрасту

Преобладающая порода	Возраст спелости, лет	Группы возраста			
		молодняки	средне-возрастные	приспевающие	спелые и перестойные
1	2	4	5	6	7
Робиния ложноакациевая (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	51-60	<u>1-20*</u> I-II	<u>21-40</u> III-IV	<u>41-50</u> V	<u>51-70</u> VI-VII
Вяз приземистый (<i>Ulmus pumila</i>)	31-40	<u>1-10</u> I	<u>11-20</u> II	<u>21-30</u> III	<u>31-50</u> IV-V
Ясень зеленый (<i>Fraxinus lanceolata</i>)	51-60	<u>1-20</u> I-II	<u>21-40</u> III-IV	<u>41-50</u> V	<u>51-70</u> VI-VII

*числитель – возраст, лет; знаменатель – класс возраста

Левый приток Дона – Маныч, расположенный на территории Ростовской области, вытекает из оз. Маныч-Гудило. Его длина составляет 219 км. Площадь бассейна р. Маныч около 35,4 тыс. км², из них 2,1 тыс. км² занято, в основном, солоноватыми и солеными озерами, причем минерализация воды соответствует 2-8 г/л. В реку подается вода из р. Кубани по Невинномысскому каналу. Сток зарегулирован водохранилищами Пролетарским, Веселовским и Усть-Манычским.

Кара-Сал – река, протекающая по двум областям Ростовской, Волгоградской и Республике Калмыкия. Хамхурка – это название р. Сухой Сал, известное на участке от истока до устья. Река берет начало в балке Сальская в Ергенях, впадает в реку Сал. Длина ее составляет 134 км.

Ландшафтные районы (4,5 – табл. 1) сильнорасчлененная равнины. Характерной особенностью равнины является обилие западин и педин, имеющих в поперечнике от 15 до 80-100 м и глубину от 0.2-0.3 до 2 м, которые занимают от 9 до 13% площади участков. Почвенный покров характеризуется распространением каштановых и светло-каштановых почв различной степени солонцеватости. Наиболее лесопригодны в этих районах лугово-каштановые и лугово-светло-каштановые почвы понижений.

В ландшафте района (6,8) водораздельные пространства между Гашун и Куберле представляют собой плакоры с большим количеством западин и педин.

В защитных лесных насаждениях Доно-Сало-Манычского междуречья на землях сельскохозяйственного назначения главными породами являются робиния ложноакация (*Robinia pseudoacacia L.*), вяз приземистый (*Ulmus pumila L.*),

ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata*), характеристика которых представлена в таблицах 3, 4, 5. В возрастной структуре лесных полос (ЛП) из робинии наибольший процент приходится на средневозрастные насаждения – 90% (табл. 3).

Таблица 3.

Робиниевые лесные полосы (состав 10РБ)

Пробная площадь	Средние		Количество рядов	Сохранность, %
	Н, м	Д, см		
1	2	3	4	5
Юго-Восточный пустынно-степной район				
1	6.0	9.0	6	60
2	7.0	10.0	4	60
3	6.0	8.0	3	30
4	7.0	10.0	4	80
5	7.0	10.0	4	60
6	7.0	9.0	5	75
7	7.0	12.0	6	50
8	6.0	9.0	8	75
Сало-Джурак-Сальский район				
9	7.0	6.0	4	60
10	6.0	6.0	6	70
11	7.0	6.0	4	60
12	7.0	7.0	3	30

В Юго-восточном пустынно степном ландшафтном районе конструкция лесных полос в основном плотная. Возраст 25-30 лет. Схема посадки и в предыдущем Сало-Джурак-Сальском пустынно-степном наклонном ландшафтном районе определяется сложными лесорастительными условиями и соответствует 4.0 x 1.5 м. Насаждения достигают высоты в среднем 7 метров, хотя диаметр варьирует от 8 до 12 см в Юго-восточном пустынно степном возвышенном грядо-ложбинном ландшафтном районе и 7 см в Сало-Джурак-Сальском пустынно-степном наклонном ландшафтном районе. Для обоих районов (табл. 3) характерно отсутствие лесоводственных уходов в лесных полосах и самоуплотнение. Сохранность в % отношении, несмотря на вариабельность показателей, в среднем одинакова и составляет 64-65%. Средне возрастные насаждения в Юго-восточном ландшафтном районе (34 года), уплотнились, характеризуются III-IV классом состояния, а в Сало-Джурак-Сальском ЛР – 23 годами.

Таблица 4.

Лесные полосы из вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.)

Пробная площадь	Средние		Ширина, м	Кол-во рядов	Сохранность, %
	Н, м	Д, см			
1	2	3	4	5	6
Юго-восточный пустынно-степной район					
1	6	10	9	2	50
2	7	12	18	4	70
3	7	12	18	4	50
4	7	12	18	4	70
5	7	12	18	4	50
6	7	12	18	4	60
7	7	13	14	3	40
Сало-Джурак-Сальский пустынно-степной район					
1	7	10	18	4	70
2	6	10	18	4	60
3	6	10	18	4	50
4	6	10	18	4	60
5	7	11	18	4	60
6	6	10	18	4	60
7	6	11	12	3	60
8	6	11	12	3	60
9	6	11	14	3	60
10	6	10	16	4	10

Окончание табл. 4.

Гашунский степной плоский район					
1	7	12	20	6	50
2	7	12	20	6	80
3	7	13	20	6	80
4	7	12	20	6	80
5	7	11	6	2	80
6	8	20	20	6	50

Таблица 5.

Полезацитные лесные полосы из ясеня зеленого (*Fraxinus lanceolata*)

№ полосы	Состав	Средние		Кол-во рядов	Сохранность, %
		Н, м	Д, см		
1	2	3	4	5	6
Юго-восточный пустынно-степной					
1	ЯЗ	6	8	4	60
3	ЯЗ	7	9	1	70
4	ЯЗ	7	9	1	70
5	ЯЗ, РБ	6	8	3	20
6	ЯЗ	6	8	2	20
7	ЯЗ	6	8	4	30
Сало-Донской степной междуречный район					
1	ДЧ, АБ, ЯЗ, РБ	8	14	6	60
2	ДЧ, АБ	8	12	6	70
3	ВМ, ЯЗ	8	14	6	70
4	ВМ, ЯЗ	8	14	6	20
Манычский степной район					
1	ЯЗ	8	12	4	55
2	ЯЗ, РБ	8	13	5	65
3	ЯЗ	8	11	3	60
4	ЯЗ	7	10	3	55
5	ЯЗ	8	10	4	55
6	ЯЗ	8	10	4	55

Вязовые лесные полосы состоят из 3-6 рядов, практически все плотной конструкции. Возраст 20-40 лет, преобладают средневозрастные. Продуваемая конструкция сформирована в малорядных лесных полосах.

В таблице 5 представлена характеристика ясеневых полезацитных полос. Возраст 25-35 лет, относящимся III-IV классам состояния. Встреча-

ются чистые древостои, так и в смешении с дубом, робинией, абрикосом и шелковицей.

Заключение

Ландшафтно-лесомелиоративный подход к оценке состояния полегающих лесных насаждений включает изучение особенностей микро-, мезорельефа, структуры почвенного покрова и оценки состояния лесных насаждений, состоящих в агролесоландшафтах из преобладающих пород: робиния ложноакация (*Robinia pseudoacacia L.*), вяз приземистый (*Ulmus pumila L.*) и ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata*). Робиния ложноакациевая занимает 65-70% от общей площади насаждений. Вязовники занимают 27% от общей площади лесонасаждений, преобладают спелые и перестойные древостои. Такой подход дает возможность планировать мероприятия по обустройству ландшафтной территории, основываясь на знаниях лесорастительных условий.

Список литературы

1. Антипов А.Н., Короткой Л.М. Ландшафтно-гидрологический анализ территории. Москва: Наука, 1992. 208 с.
2. Безуглова О.С., Голозубов О.М., Полуян Д.И. Региональные особенности процессов опустынивания в Ростовской области // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21, №1. (62). С. 17-21.
3. Рулев А.С., Юферев В.Г., Рулев Г.А. Почвенно-геоморфологическая катена «малый сырт – прикаспий» // Геоморфология. 2020. №1. С. 22-33. <https://doi.org/10.31857/S0435428120010125>
4. Танюкевич В.В., Ивонин В.М. Особенности хода роста основных пород лесных полос в Ростовской области // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной журнал. 2012. №2. С. 27-31. <https://www.agricience.ru/journal/2542-1468/2012/2/27-31>
5. Короткой Л.М. Бассейновая концепция от гидрологии к природопользованию // География и природные ресурсы. 2017. №2. С. 5-16. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-2\(5-16\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-2(5-16))
6. Кудряшев П.В., Ерусалимский В.И., Князева Л.А. Ведение хозяйства в государственных лесных полосах. Москва, 1985. 79 с.
7. Сучков Д.К., Рулева О.В. Ландшафтно-географический подход к оценке состояния насаждений в балке «Отрадной» // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т.13, №1. С.174-194. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-1-174-194>

8. ОСТ 566983. Площадки лесоустроительные методы закладки: издание официальное: дата введения 1983.23.05. Москва, 1984. 60 с.
9. Бобошко О.И. Дендрометрия: курс лекций для студ. направления 250700.62 – «Ландшафтная архитектура». Новочеркасск, 2014. 77с.
10. Картографирование классов бонитета лесов Приморского края на основе спутниковых изображений и данных о характеристиках рельефа / Соколова Е.Н., Сурков Н.Б., Ершов Д.Б., Егоров Б.А., Барталев С.С., Барталев С.А. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т.15, №5. С. 96-109. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-5-96-109>
11. Palakit K., Siripattanadilok S., Duangsathaporn K. False ring occurrences and their identification in teak (*Tectona grandis*) in North-Eastern Thailand // *Journal of Tropical Forest Science*, 2021, vol. 24, no 3, pp. 387-398.
12. Forman R. Some general principles of landscape and regional ecology // *Landscape Ecology*, 1995, vol. 10, iss. 3, pp. 133-142. <https://doi.org/10.1007/BF00133027>
13. Huzhahmetova, A.S., Semenyutina, A.V., Semenyutina, V.A. Deep neural network elements and their implementation in models of protective forest stands with the participation of shrubs // *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 2020, vol. 9, iss. 4, no. 371, pp. 6742-6746. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/371942020>
14. Wang, M., Zhang, H., Fan, S., Hao, P., Dong, L.A. Zoning-based solution for hierarchical forest patch mosaic in urban parks // *Urban Forestry and Urban Greening*, 2021, vol. 65. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127352>
15. Hallinger M, Johansson V, Schmalholz M, Sjöberg S, Ranius. Factors driving tree mortality in retained forest fragments // *Forest Ecology and Management*, 2016, vol. 368, p. 163172. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.023>
16. Jačka, L. Walmsley, A., Kovář, M., Frouz, J. Effects of different tree species on infiltration and preferential flow in soils developing at a clayey spoil heap // *Geoderma*, 2021, vol. 403, p. 115372. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115372>
17. Azarova O., Tereshkin A., Kalmykova A., Mashtakov D., Zaigralova G. Influence of protective forest planting on the resistance of agrocenoses on the boundaries with agromeliorations // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 723, iss. 4, no. 042078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/4/042078>
18. Onuchin A., Burenina T., Shvidenko A., Prysov D., Musokhranova A. Zonal aspects of the influence of forest cover change on runoff in northern river basins of Central Siberia // *Forest Ecosystems*, 2021, vol. 8, no. 45. <https://doi.org/10.1186/s40663-021-00316-w>

19. Proezdov, P., Eskov, D., Rozanov, A., Sviridov, S Regularities of spring runoff formation and erosion under the influence of forest and agrotechnical rec-lamation in the southern chernozem of the Volga region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, vol. 723, iss. 3, no. 032096. <https://doi.org/10.1088/1755-315/723/3/032096>
20. Zenkov, I.V., Le Hung, T., Ganieva I.A., (...), Latyncev, A.A., Veretenova, T.A. A study of the forest reclamation dynamics at open pit coal mines in the Irkutsk region using remote sensing data // Ugol Journal Edition, 2021, no. 9, pp. 51-54. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-51-54>

References

1. Antipov A.N., Korytnoi L.M. *Landshaftno-gidrologicheskii analiz territorii* [Landscape and hydrological analysis of the territory]. Moscow: Nauka, 1992, 208 p.
2. Bezuglova O.S., Golozubov O.M., Poluian D.I. Regionalnye osobennosti protsessov opustynivaniia v Rostovskoi oblasti [Regional features of desertification processes in the Rostov region]. *Arid ecosystems*, 2015, vol. 21, no. 1, iss. 62, pp.17-21.
3. Rulev A.S., Yuferev V.G., Rulev G.A. Pochvenno-geomorfologicheskaiia katena «malyi syrt – prikaspii» [Soil-geomorphological catena «small Syrt-Caspian Sea»]. *Geomorphology*, 2020, no, pp. 22-33. <https://doi.org/10.31857/S0435428120010125>
4. Tanyukevich V.V., Ivonin V.M. Osobennosti khoda rosta osnovnykh porod lesnykh polos v Rostovskoi oblasti [Features of the course of growth of the main species of forest strips in the Rostov region]. *Bulletin of the Moscow State University of the Forest – Forest Journal*, 2012, no. 2, pp. 27-31. <https://www.agri-science.ru/journal/2542-1468/2012/2/27-31>
5. Korytny L.M. Basseinovaia kontseptsiiia ot gidrologii k prirodopolzovaniuu [Basin concept from hydrology to nature management]. *Geography and natural resources*, 2017, no. 2, pp. 5-16. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-2\(5-16\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-2(5-16))
6. Kudryashev P.V., Yeruslimsky VI., Knyazeva L.A. *Vedenie khoziaistva v gosudarstvennykh lesnykh polosakh* [Farming in state forest strips]. Moscow, 1985, 79 p.
7. Suchkov D.K., Ruleva O.V. Landshaftno-geograficheskii podkhod k otsenke sostoianiia nasazhdenii v balke «Otradnoi» [Landscape-geographical approach to the assessment of the state of plantings in the beam «Otradnaya»]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 174-194. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-1-174-194>
8. Areas forest management methods bookmarks: official publication: date of introduction 1983.23.05. Moscow, 1984, 60 p.

9. Boboshko O.I. *Dendrometriia: kurs lektsii dlia stud. napravleniia 250700.62 – «Landschaftnaia arkhitektura»* [Dendrometry: a course of lectures for students. directions 250700.62 – «Landscape architecture»]. Novocherkassk, 2014, 77 p.
10. Sochilova E.N., Surkov N.B., Ershov D.B., Egorov B.A., Bartalev S.S., Bartalev S.A.. Kartografirovanie klassov boniteta lesov Primorskogo kraia na osnove sputnikovykh izobrazhenii i dannykh o kharakteristikakh relefa [Mapping of forest bonitet classes of Primorsky Krai based on satellite images and data on terrain characteristics]. *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, 2018, vol. 15, no. 5, pp. 96-109. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-5-96-109>
11. Palakit K., Siripattanadilok S., Duangsathaporn K. False ring occurrences and their identification in teak (*Tectona grandis*) in North-Eastern Thailand. *Journal of Tropical Forest Science*, 2021, vol. 24, no 3, pp. 387-398.
12. Forman R. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 1995, vol. 10, iss. 3, pp. 133-142. <https://doi.org/10.1007/BF00133027>
13. Huzhahmetova, A.S., Semenyutina, A.V., Semenyutina, V.A. Deep neural network elements and their implementation in models of protective forest stands with the participation of shrubs. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 2020, vol. 9, iss. 4, no. 371, pp. 6742-6746. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/371942020>
14. Wang, M., Zhang, H., Fan, S., Hao, P., Dong, L.A. Zoning-based solution for hierarchical forest patch mosaic in urban parks. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2021, vol. 65. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127352>
15. Hallinger M, Johansson V, Schmalholz M, Sjöberg S, Ranius. Factors driving tree mortality in retained forest fragments. *Forest Ecology and Management*, 2016, vol. 368, p. 163172. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.023>
16. Jačka, L. Walmsley, A., Kovář, M., Frouz, J. Effects of different tree species on infiltration and preferential flow in soils developing at a clayey spoil heap. *Geoderma*, 2021, vol. 403, p. 115372. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115372>
17. Azarova O., Tereshkin A., Kalmykova A., Mashtakov D., Zaigralova G. Influence of protective forest planting on the resistance of agrocenoses on the boundaries with agromeliorations. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 723, iss. 4, no. 042078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/4/042078>
18. Onuchin A., Burenina T., Shvidenko A., Prysov D., Musokhranova A. Zonal aspects of the influence of forest cover change on runoff in northern river basins of Central Siberia. *Forest Ecosystems*, 2021, vol. 8, no. 45. <https://doi.org/10.1186/s40663-021-00316-w>

19. Proezdov, P., Eskov, D., Rozanov, A., Sviridov, S Regularities of spring runoff formation and erosion under the influence of forest and agrotechnical rec-lamation in the southern chernozem of the Volga region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 723, iss. 3, no. 032096. <https://doi.org/10.1088/1755-315/723/3/032096>
20. Zenkov, I.V., Le Hung, T., Ganieva I.A., (...), Latyncev, A.A., Veretenova, T.A. A study of the forest reclamation dynamics at open pit coal mines in the Irkutsk region using remote sensing data. *Ugol Journal Edition*, 2021, no. 9, pp. 51-54. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-51-54>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Рулев Александр Сергеевич, академик РАН, д.с.-х.н., главный научный сотрудник

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
Rulev54@rambler.ru

Рулева Ольга Васильевна, д.с.-х.н., главный научный сотрудник – ведущий лабораторией прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
bifu@mail.ru

Рулев Глеб Александрович, к.с.-х.н., научный сотрудник

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» пр. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
g.heroes@yandex.ru

Танюкевич Вадим Викторович, д.с.-х.н., профессор, директор института Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

ул. Пушкина, 111, г. Новочеркасск, 346428, Российская Федерация
vadimlug79@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Alexander S. Rulev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences

Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»

97, Universitetskiy Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation

Rulev54@rambler.ru

SPIN-code: 1186-1860

ORCID: 0000-0001-6152

ResearcherID: E-6770-2014

Scopus Author ID: 57190982345

Olga V. Ruleva, Senior Researcher, Doctor of Agricultural Sciences

Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»

97, Universitetskiy Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation

bifu@mail.ru

SPIN-код: 4975-7230

ORCID: 0000-0002-7343-4227

Researcher ID: B-5269-2017

Author ID Scopus: 57218793698

Gleb A. Rulev, Candidate of Sciences (Agriculture)

Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»

97, Universitetskiy Ave., Volgograd, 400062, Russian Federation

g.heroes@yandex.ru

SPIN-code: 5003-3710

ORCID: 0000-0002-3815-0448

ResearcherID: X-8997-2018

Scopus Author ID: 57219710349

Vadim V. Tanyukevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Novocheerkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University

111, Pushkinskaya Str., Novocherkassk, Rostov region, 346428, Russian Federation

vadimlug79@mail.ru

SPIN-code: 1011-7199

ORCID: 0000-0001-8052-6835

ResearcherID: AAG-2488-2019

Scopus Author ID: 57211624132

Поступила 02.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 21.10.2021

Received 02.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 21.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-336-349

УДК 004.9:528.28:631.1

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.И. Павлова

Работа посвящена разработке пространственных баз данных для оценки сельскохозяйственных земель. База геоданных направлена на геоинформационное обеспечение оценки, агроэкологическую типизацию (группы, типы земель) сельскохозяйственных земель, разработку адаптивно-ландшафтных систем земледелия. В работе представлено содержание базы данных регионального и локального уровней. Предложены три разных способа взаимодействия пользователя с базой данных агрономической геоинформационной системы (АгроГИС). Для практической реализации предложено использовать объектно-функциональный подход к разработке базы данных, основанный на применении облачных технологий хранения данных в СУБД SQLite.

Обоснование. Геоинформационное обеспечение агрономических геоинформационных систем (АгроГИС) направлено на оценку природно-территориальных условий и экологических факторов в агроландшафтах, разработку адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Базы геоданных АгроГИС служат для хранения, анализа и представления пространственной информации о сельскохозяйственных землях. Как показал анализ литературных источников термин «база геоданных» сформировался более двадцати лет назад. При этом известны различные базы геоданных: археологические, картографические, почвенные и др. Они отличаются объектом исследований, структурой и содержанием, а также способом организации данных. Это указывает на актуальность тематики настоящих исследований.

Цель работы состоит в разработке структуры и содержания базы геоданных агрономической ГИС.

Материалы и методы. Использован объектно-функциональный подход к разработке базы данных, который поддерживается объектно-ориентированными системами управления баз данных (СУБД) и классическими реляционными СУБД. Суть такого подхода состоит в реализации функциональных задач с учетом потребностей пользователя.

Результаты. Предложены основные составляющие базы геоданных в виде отдельных наборов пространственных классов (Климат, Рельеф, Почвы, Растительность, Гидрография, Агроландшафты). При этом в работе показана необходимость практической реализации агрономических геоинформационных баз геоданных с нескольких аспектов.

Заключение. При разработке пространственных баз данных агрономических ГИС наиболее важным признаком является возможность постоянного обновления информации в виде темпоральной составляющей. Практическая реализация темпоральных баз геоданных возможна при использовании нереляционных систем управления баз данных, а также методов обработки больших данных (Big Data).

Ключевые слова: пространственная база данных (база геоданных), системы управления базами данных, агрономическая геоинформационная система, сельскохозяйственные земли, облачные технологии, технологии обработки, большие данные (Big Data).

Для цитирования. Павлова А.И. Пространственные базы данных агрономических геоинформационных систем // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 336-349. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-336-349

SPATIAL DATABASES OF AGRONOMIC GEOINFORMATION SYSTEMS

A.I. Pavlova

The work is devoted to the development of spatial databases for the assessment of agricultural land. The geodatabase is aimed at geoinformation support of assessment, agroecological typing (groups, types of land) of agricultural lands, development of adaptive-landscape farming systems. The paper presents the structure of the database of regional and local levels. Three different ways of user interaction with the AgroGIS database are proposed. For practical implementation, it is proposed to use the object-functional approach to database development, based on the use of cloud data storage technology in the DBMS SQLite.

Background. Geoinformation support of agronomic geoinformation systems (AgroGIS) is aimed at assessing natural-territorial conditions and environmental factors in agrolandscapes, development of adaptive landscape farming systems. AgroGIS geodatabases serve to store, analyze and present spatial information on agricultural land. As shown by an analysis of literary sources, the term “geodatabase” was formed more than twenty years ago. At the same time different geodata-

bases are known: archaeological, cartographic, soil and others. They differ in the object of research, structure and content, as well as the way of data organization. This indicates the relevance of the topics of the present research.

Purpose. The purpose of the work is to develop the structure and content of the geodatabase agronomic GIS.

Materials and methods. The object-functional approach to database development, which is supported by object-oriented database management systems (DBMS) and classical relational DBMS, is used. The essence of this approach is to implement functional tasks taking into account the needs of the user.

Results. The main components of geodatabase in the form of separate sets of spatial classes (Climate, Relief, Soil, Vegetation, Hydrography, Agrolandscape) are proposed. At the same time the paper shows the need for practical implementation of agronomic geoinformation geodatabases from several aspects.

Conclusion. In the development of spatial databases of agronomic GIS the most important feature is the ability to constantly update information in the form of temporal component. Practical implementation of temporal geodatabases is possible with the use of non-relational database management systems, as well as methods of processing big data (Big Data).

Keywords: Spatial database (geodatabase), database management systems, agronomic geographic information system, agricultural land, cloud technology, processing technology, Big Data

For citation. Pavlova A.I. Spatial Databases of Agronomic Geoinformation Systems. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 336-349. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-336-349

Согласно стратегии научно-технологического развития России необходимо формирование и развитие национально-технологической инициативы [6]. Такая инициатива рассматривается в качестве долгосрочной комплексной программы, направленной для преобразования фундаментальных знаний и прикладных исследований. Продукты и услуги, полученные в ходе преобразования, способствуют модернизации агропромышленного комплекса. При этом в качестве инструментария развития аграрного направления предлагается использовать информационные технологии и агрономические геоинформационные системы. Для этого важно решить задачи, связанные с формированием пространственных баз геоданных агрономических геоинформационных систем (ГИС). Геоинформационное обеспечение агрономических ГИС направлено на оценку природно-территориальных условий и экологических факторов

в агроландшафтах, разработку адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Базы геоданных агрономических ГИС служат для хранения, анализа и представления пространственной информации о сельскохозяйственных землях [1, 4,10,11]. Как показал анализ литературных источников термин «база геоданных» сформировался более двадцати лет назад [3,15,18]. При этом известны различные базы геоданных: археологические, картографические, почвенные и др. Они отличаются объектом исследований, структурой и содержанием, а также способом организации данных. Это указывает на актуальность тематики настоящих исследований.

Материалы и методы

Использован объектно-функциональный подход к разработке базы данных, который поддерживается объектно-ориентированными системами управления баз данных (СУБД) и классическими реляционными СУБД. Суть такого подхода состоит в реализации функциональных задач с учетом потребностей пользователя [2,9].

Исследования выполнены на примере Омской области. При разработке базы геоданных использованы различные источники данных: космические снимки Landsat-7 ETM+, Sentilel-2, топографическая карта (1:1000000), почвенная карта и карта природно-сельскохозяйственного районирования (1:600000), литературные источники, статистические данные. В процессе разработки базы геоданных использованы методы и технологии баз данных, методы геоинформатики для организации и моделирования пространственных данных.

Результаты исследований

Содержание базы геоданных агрономической ГИС. Совокупность пространственных объектов хранится в атрибутивных таблицах БГД, именуемой пространственным классом (или сущностью). В свою очередь, классы объектов, обладающие единой географической системой координат и картографической проекцией, образуют более крупные структуры данных – набор классов объектов единого тематического описания. Тематическое описание сельскохозяйственных земель осуществлялось посредством формирования количественных и качественных характеристик земель, отражающих основные компоненты: рельеф, климат, почвообразующие породы, почвенные покров. В разработанной концептуальной модели БГД регионального уровня были сформированы сущности, соответствующие набору пространственных классов (рис. 1).

(геоморфометрических) показателей рельефа (уклон, экспозиция склона, глубина базисов эрозии, горизонтальная расчлененность рельефа, топографический индекс влажности, индекс мощности эрозии) определены в процессе цифрового моделирования рельефа с помощью ГИС.

Сущность *Геотопы* выделена в отдельный набор пространственных данных. Геотопы рассматриваются нами в качестве основного морфологического элемента агроландшафта. Геотопы (элементарные поверхности) выделяются в результате геоморфометрического анализа с помощью ГИС. Геотопы описываются по набору количественных параметров, характеризующих климат, рельеф, почвообразующие породы, почв, тип растительности.

Сущность *Группы земель* является результатом агроэкологической группировки земель, выделяемых на основании агроэкологической оценки земель по основным лимитирующим факторам ведения производства (плакорные, эрозионные, переувлажненные, солонцовые земли и др.)

Сущность *Почвы* использована с целью систематизации сведений о почвенном покрове, почвообразующих породах. Сущность имеет информационный слой почвы, включающий описание почв и физико-химических показателей почв.

Сущность *Растительность* обладает пространственными классами данных в виде слоев: древесная, кустарниковая, влаголюбивая растительность.

Сущность *Гидрография* выделена в модели базы геоданных для обобщения сведений об объектах гидрографии (реки, ручьи, пруды, озера) и геоинформационного моделирования поверхностного стока.

Сущность *Природно-сельскохозяйственное районирование (ПСХР)* служит важной составляющей геоинформационной модели территории, отражает сведения о пространственных границах элементов природно-сельскохозяйственных зон, подзон и районов.

Предложенные выше сущности базы банных могут быть использованы при разработке базы данных локального уровня (уровень землепользования). Для возможности эффективной работы с базами геоданных атрибутивные характеристики в таблицах структурированы на идентификационные, или уникальные, метрические и семантические. Уникальные характеристики объектов содержат идентификатор (код) информационного объекта и связывают его с определенным классом объекта. К числу уникальных характеристик отнесены неповторяющиеся описания объектов, например, их полное наименование в виде текстового описания, географическое положение на местности. Уникальные характеристики служили

для определения взаимосвязи объектов, формирования пространственных запросов и др. Метрические характеристики включают набор параметров, описывающих площадь, периметр, расчлененность границ контуров и др.

Сущность *Административное деление* выделена для установления административно-территориальной принадлежности природно-сельскохозяйственных районов, групп земель, и содержит три слоя ГИС: граница Омской области, административные районы, районные центры. Слой административные центры описан следующими показателями: название административного района, площадь района, численность населения, плотность населения.

Интеграция баз данных и пространственных баз данных агрономических ГИС.

Для расширения функциональных возможностей агрономической ГИС рассмотрены различные способы взаимодействия пользователя с базой геоданных и ГИС. При первом способе используется внутренняя СУБД ГИС (ГИС ArcGIS), при котором пользователь взаимодействует с базой геоданных посредством имеющегося интерфейса и функций ГИС []. Основными недостатками такого подхода выступают ограничения к информативной емкости внутренней базы данных. Внутренние базы данных, создаваемые с помощью ГИС реляционного типа малопригодны для хранения и обработки темпоральных данных. Для анализа данных такого типа необходимо построение многомерных кубов, операций срезов по определенным критериям, консолидации и агрегирования данных [5,12,20].

Во втором случае база данных реализуется посредством известных СУБД и выступает внешним источником информации по отношению к внутренней базе данных ГИС. Механизм взаимодействия пользователя с базой данных и базой геоданных осуществляется посредством программного интерфейса доступа к базам данных Open Database Connectivity (ODBC). Данный стандарт поддерживается во многих ГИС. При создании базы данных климата использована Microsoft SQL Server [7]. Достоинствами такого подхода является возможность интеграции ГИС с разрабатываемой информационной системой. К числу недостатков такого механизма взаимодействия пользователя с базой данных и базой геоданных являются трудности при удаленном доступе к данным, необходимость поддержания взаимодействия с сервером базы данных, отсутствие возможности передачи данных по сети интернет. При обновлении информации в базе данных, необходимо повторить процесс внешнего подключения к внутренней базе данных ГИС и связанные с ним функции пространственной привязки

данных. СУБД SQL Microsoft SQL Server. Данная СУБД распространяется на платной основе и реализует клиент-серверные технологии доступа к данным, при которой основная нагрузка ложится на сервер базы данных, а клиент выполняет операции предварительной обработки [2,7]

Третий способ взаимодействия базы геоданных с пользователем является более эффективным. База геоданных может хранить пространственную и непространственную информации об информационных объектах. Предлагается использовать облачные технологии хранения и доступа к данным, поддерживающие с СУБД SQLite. Данная СУБД принципиально отличается от большинства современных СУБД, т.к. не использует парадигму клиент-серверной архитектуры, реализует автономный транзакционный механизм СУБД SQL, напрямую обращается к своим файлам хранения, поддерживает динамическое типизирование данных. База данных хранится в одном файле, что облегчает перемещение, подходит для разработки и тестирования, простой функционал. Простая и удобная в использовании бесплатная библиотека SQLite позволяет использовать ее в браузерах и других программах для хранения и обработки данных SQLite. Это встроенная библиотека с кроссплатформенной операционной системой, открытым программным кодом, стабильная, с бесплатной технической поддержкой [2,7].

Необходимость актуализации пространственно-временной информации в агрономических ГИС показана в работах [5,8,13,14,16-19]. При разработке базы геоданных агрономической ГИС как правило используются встроенные СУБД. Данные СУБД реляционного типа поддерживают нетемпоральные модели и базы данных, способные хранить текущее, единственное состояние объектов предметной области.

На локальном уровне в базе геоданных в предложенной модели (рис. 2) выделены основные сущности земельные участки, почвы, тракторы, технологические карты, сельскохозяйственные агрегаты и сельскохозяйственные сотрудники. Перечисленные сущности представляют собой реляционные таблицы, включающие темпоральные данные, связанные между собой связями типа один-ко-многим или многие-ко-многим множеством картографических объектов и отношений между ними. В пространственной базе данных, разработанной на примере ЗАО «Мирный» Коченевского района Новосибирской области были созданы пространственные классы объектов, характеризующие климатические, почвенные, геоморфологические особенности, а также использование земель. Земельный участок в базе геоданных локального уровня описывается набором идентификационных, количественных и качественных показателей, связанных с оценкой

сельскохозяйственных земель. Это комплекс показателей, отражающий сведения о площади земельного участка, культуре, технологических свойствах, почвах, контрастности почвенного покрова, агротехнологиях.

Сущность земельные участки описана набором геометрических и атрибутивных свойств, отражающих пространственные (площадь, периметр) и также технологические свойства земельных участков. К таким свойствам отнесены: длина гона участка, балл энергоёмкости почв, удельное сопротивление почв, каменистость почв, угол наклона рельефа, коэффициент наклона рельефа, внутривладельческая удаленность, коэффициент группы дорог, коэффициент наклона рельефа по маршруту следования.

Темпоральные атрибуты использованы в таблице участка для фиксирования временного параметра сельскохозяйственной культуры и величины урожайности. Темпоральные атрибуты присутствуют в таблице сельскохозяйственные сотрудники для составления ежедневного плана, фиксирования в виде переменной времени начала выполнения работ, окончания работ, простоев. Темпоральные атрибуты времени необходимы в таблице технологические операции с целью фиксирования времени и сроков выполнения работ по обработке почвы. Разработана база данных тягово-сцепных свойств тракторов. Тягово-сцепные свойства тракторов (автомобилей) зависят от конструктивных особенностей машин, сцепного веса и др. трактор представляет собой сложный комплекс механизмов и систем, выполняющих определенные функции, связанные с двигателем, трансмиссией, ходовой системой, остомом, механизмами управления движением трактора, системой электрооборудования, рабочим и вспомогательным оборудованием, навесной гидравлической системой. При движении по полю машинно-тракторный агрегат испытывает динамическое воздействие, которое связано с различными условиями рельефа, неоднородности почв по механическому составу, энергоёмкости почв, наличия камней, корней, агрофона. В результате исследований была разработана база данных сельскохозяйственной техники, имеющая сущности: земельные участки, сельскохозяйственные машины, агрегаты. С использованием СУБД SQLite были созданы таблицы, отражающие тягово-сцепные свойства современных зарубежных и отечественных тракторов и агрегатов (рис. 2).

Для прогнозного моделирования урожайности культур необходимы агроклиматические показатели разного временного разрешения. Технологии обработки больших данных с привлечением математических операций сортировки, кодирования, построения срезов данных, агрегирования позволяет быстро и эффективно вычислять агроклиматические параметры.

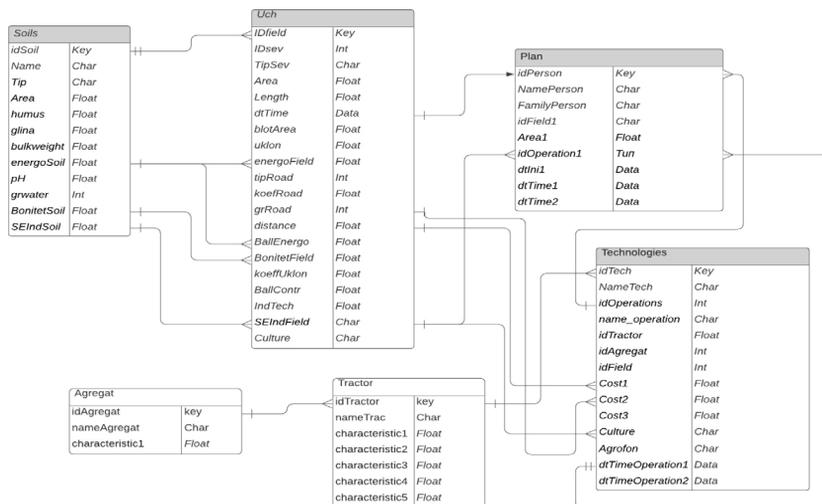


Рис. 2. Логическая модель темпоральной базы геоданных (локальный уровень)

Процесс укрупнения или агрегирования служит в работе для уменьшения размерности и лучшего представления осадков, температуры воздуха, относительной влажности воздуха, испаряемости с разным временным разрешением (по декадам, месяцам, периодам вегетации, за год). Использование технологий обработки больших данных позволяет в одной стороне обрабатывать плохо структурированные данные без привлечения стандартных языков запроса к данным. Привлечение для этого языка программирования Python и инженерных библиотек направлено на возможность быстрого конвертирования обработанных данных в виде таблиц СУБД SQLite и форматы Excel, pdf, csv. Это существенно расширяет функциональные возможности базы геоданных агрономических ГИС.

Заключение

Существуют ограниченные функциональные возможности представления темпоральных параметров, геоинформационного анализа и построения на их основе динамических моделей. Базы геоданных могут хранить пространственную и непространственную информации об информационных объектах.

Содержание базы данных АгроГИС на региональном уровне включает следующие пространственные классы Климат, Рельеф, Геотопы, Гидрография, Административное деление, Природно-сельскохозяйственное районирование, Группы земель. На локальном уровне содержание базы гео-

данных расширяется путем включения сущностей: Земельные участки, Почвы, Тракторы, Технологические карты, Сельскохозяйственные агрегаты и Сельскохозяйственные сотрудники. При этом выявлены функциональные ограничения применения темпоральных атрибутов времени и возможность вычисления агроклиматических параметров (осадков, температур воздуха, испаряемости, коэффициентов увлажнения) с разным временным разрешением. Разработку базы данных АгроГИС необходимо вести путем интегрирования современных технологий облачные технологии хранения и доступа к данным, взаимодействие СУБД SQLite с ГИС и web-приложением.

Список литературы

1. Каличкин В.К., Павлова А.И. Агрономические геоинформационные системы. Новосибирск, СФНЦА РАН, 2018. 347 с.
2. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 1328 с.
3. Матчин В.Т. Базы геоданных // Образовательные ресурсы и технологии. 2017. № 3 (20). С. 100-108. <https://doi.org/10.21777/2500-2112-2017-3-100-108>.
4. Павлова А.И., Каличкин В.К. Базы данных для агроэкологической оценки сельскохозяйственных земель // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2018. Т.48, № 1. С.80-88.
5. Павлова А.И. Разработка темпоральной модели данных для подбора сельскохозяйственной техники с учетом технологических свойств земельных участков // Наука Красноярья, 2020. № 4. С. 370-382. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2020-4-370-382>
6. Указ Президента РФ «О стратегии научно-технического развития Российской Федерации» от 1.12. 2016 №642. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201612010007.pdf> (дата обращения 6.11. 2021).
7. Шаякбаров Н.Ф., Зорин Д.С. Анализ производительности систем управления базами данных при работе с большим объемом информации // Инженерный вестник Дона. 2015, №2, Ч. 2. <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2974> (дата обращения 6.11. 2021).
8. AABSyS IT. Agriculture. 2021. URL: <https://www.aabsys.com/industries/gis-for-natural-resource-management/gis-agriculture/> (дата обращения 6.11. 2021).
9. De P., Sinha A.P., Vessey I. An Imperical investigation of factors influencing object-oriented database querying // Information Technology and Management, 2001, no. 2, pp.71-93. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009934820999>
10. Geospatial World. How GIS is enabling the agricultural sector. 2021. URL: <https://www.geospatialworld.net/blogs/gis-in-agriculture/> (дата обращения 06.11. 2021).

11. GIS Geography. Agriculture Technology: How GIS Can Help You Win the Farm. 2021. URL: <https://gisgeography.com/farming-agriculture-technology/> (дата обращения 06.11. 2021).
12. Gruss A., Thorson J.T. Developing spatio-temporal models using multiple data types for evaluating population trends and habitat usage ICES // Journal of Marine Science. 2019, no. 76 (6), pp. 1748–1761. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz075>
13. Güting R.H. An introduction to spatial database systems // The VLDB Journal. 1994, vol. 3, no. 4. pp. 1-32. https://www.cise.ufl.edu/~mschneid/Research/the-sis_papers/Gue94VLDBJ.pdf
14. Jitkajornwanich K., Pant N., Fouladgar M., Elmasri R. A survey on spatial, temporal, and spatio-temporal database research and an original example of relevant applications using SQL ecosystem and deep learning // Journal on Information and Telecommunication, 2020, vol. 4, Is. 4, pp. 524-559. <https://doi.org/10.1080/24751839.2020.1774153> (дата обращения 06.11. 2021).
15. Li L., Zhu D., Yao S. et al. Design and implementation of geographic information systems, remote sensing, and global positioning system–based information platform for locust control // Journal Applied Remote Sensing. 2014, vol. 8 (1), 084899. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.8.084899> (дата обращения 06.11. 2021).
16. Maes W. H., Steppe K. Perspectives for remote sensing with unmanned aerial vehicles in precision agriculture // Trends in Plant Science, 2018, no. 24 (2), 152-164. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.11.007>
17. NASS. CroplandCROS web app updates existing geospatial data product for agricultural commodities in the United States // United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. 2021. URL: <https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2021/10-28-2021.php> (дата обращения 6.11. 2021).
18. Rigaux P., Scholl M., Voisard A. Spatial databases with application to GIS: Third Edition. USA: Morgan kaufman publishers. 2002. 440 p.
19. Takor Group. 5 Ways GIS Is Transforming Agriculture and The Environment. 2017. URL: <https://www.mappt.com.au/2017/04/04/5-ways-gis-transforming-agriculture-environment/> (дата обращения 06.11.2021).
20. Yenni G.M., Christensen E.M., Bledsoe E.K., Supp S.R., Diaz R.M., White E.P., et al. Developing a modern data workflow for regularly updated data // PLoS Biol. 2019, vol. 17 (1), e3000125. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000125> (дата обращения 06.11. 2021).

References

1. Kalichkin V.K., Pavlova A.I. *Agronomicheskie geoinformatsionnye sistemy* [Agronomic geoinformation systems]. Novosibirsk, SFNTsA RAN, 2018, 347 p.

2. Date K. J. *Vvedenie v sistemy baz dannykh* [Introduction to database systems]. M.: Izdatel'skiy dom «Vil'yame», 2005, 1328 p.
3. Matchin V.T. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*, 2017, no. 3 (20), pp. 100-108. <https://doi.org/10.21777/2500-2112-2017-3-100-108>.
4. Pavlova A.I., Kalichkin V.K. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2018, vol. 48, no. 1, pp. 80-88.
5. Pavlova A.I. *Nauka Krasnoyar'ya*, 2020, no. 4, pp. 370-382. <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2020-4-370-382>
6. Decree of the President of the Russian Federation “On the strategy of scientific and technological development of the Russian Federation” dated 1.12. 2016 No. 642. <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201612010007.pdf>
7. Shayakbarov N.F., Zorin D.S. *Inzhenernyy vestnik Dona*, 2015, no. 2, part 2. <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2974>
8. AABSyS IT. Agriculture. 2021. <https://www.aabsys.com/industries/gis-for-natural-resource-management/gis-agriculture/>
9. De P., Sinha A.P., Vessey I. An Imperial investigation of factors influencing object-oriented database querying. *Information Technology and Management*, 2001, no. 2, pp.71-93. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009934820999>
10. Geospatial World. How GIS is enabling the agricultural sector. 2021. <https://www.geospatialworld.net/blogs/gis-in-agriculture/>
11. GIS Geography. Agriculture Technology: How GIS Can Help You Win the Farm. 2021. <https://gisgeography.com/farming-agriculture-technology/>
12. Gruss A., Thorson J. T. Developing spatio-temporal models using multiple data types for evaluating population trends and habitat usage ICES. *Journal of Marine Science*, 2019, no. 76 (6), pp. 1748–1761. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz075>
13. Güting R.H. An introduction to spatial database systems. *The VLDB Journal*, 1994, vol. 3, no. 4. pp. 1-32. https://www.cise.ufl.edu/~mschneid/Research/thesis_papers/Gue94VLDBJ.pdf
14. Jitkajornwanich K., Pant N., Fouladgar M., Elmasri R. A survey on spatial, temporal, and spatio-temporal database research and an original example of relevant applications using SQL ecosystem and deep learning. *Journal on Information and Telecommunication*, 2020, vol. 4, is. 4, pp. 524-559. <https://doi.org/10.1080/24751839.2020.1774153>
15. Li L., Zhu D., Yao S. et al. Design and implementation of geographic information systems, remote sensing, and global positioning system –based information platform for locust control. *Journal Applied Remote Sensing*, 2014, vol. 8 (1), 084899. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.8.084899>

16. Maes W. H., Steppe K. Perspectives for remote sensing with unmanned aerial vehicles in precision agriculture. *Trends in Plant Science*, 2018, no. 24 (2), 152-164. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.11.007>
17. NASS. CroplandCROS web app updates existing geospatial data product for agricultural commodities in the United States. United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. 2021. <https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2021/10-28-2021.php>
18. Rigaux P., Scholl M., Voisard A. Spatial databases with application to GIS: Third Edition. USA: Morgan kaufman publishers, 2002, 440 p.
19. Takor Group. 5 Ways GIS Is Transforming Agriculture and The Environment. 2017. URL: <https://www.mappt.com.au/2017/04/04/5-ways-gis-transforming-agriculture-environment/> (data obrashcheniya 06.11. 2021).
20. Yenni G.M., Christensen E.M., Bledsoe E.K., Supp S.R., Diaz R.M., White E.P., et al. Developing a modern data workflow for regularly updated data. *PLoS Biol.*, 2019, vol. 17 (1), e3000125. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000125>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Павлова Анна Илларионовна, кандидат технических наук, доцент
*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН); Новосибирский государственный университет экономики и управления
ул. Центральная, 2Б, р.п. Краснообск, Новосибирская область, 630501, Российская Федерация; ул. Каменская, 56, Новосибирск, 630039, Российская Федерация
annstab@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Anna I. Pavlova, PhD (technical sciences), Associate Professor
*Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences; Novosibirsk State University of Economics and Management
2B, Tsentralnaya Str., Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russian Federation; 56, Kamenskaya Str., Novosibirsk, 630039, Russian Federation
annstab@mail.ru
SPIN-code: 8714-1140
ORCID: 0000-0001-6159-1439*

Поступила 01.10.2021

После рецензирования 15.10.2021

Принята 25.10.2021

Received 01.10.2021

Revised 15.10.2021

Accepted 25.10.2021

DOI: 10.12731/2658- 6649-2021-13-5-350-366

УДК 582.623.2+633.878.31

ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИНАМИКИ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА ПОБЕГОВ *SALIX TRIANDRA*

А.А. Афонин

Ива трехтычинковая (Salix triandra) – ценный источник прута для различных видов плетения, используется для реализации целого ряда различных экологических проектов. При изучении роста и развития насаждений S. triandra необходимо учитывать современные тенденции в изменении климата. Цель исследования: сравнительный анализ сезонной динамики линейного прироста побегов в клонах S. triandra на корнях разного возраста. Территория исследования – Брянский округ зоны широколиственных лесов. Объект данного исследования – модельная инбредно-клоновая популяция S. triandra. Материал – нарастающие однолетние побеги на одно- и двулетних черенковых саженцах четырех клонов. Наблюдения проводили в условиях крайне избыточного увлажнения в начале вегетационного периода 2021 г. на фоне умеренной засоренности травянистой рудеральной растительностью.

Длина побегов на однолетних корнях достигла 210-220 см, на двулетних – 300-340 см. Средний суточный прирост побегов на однолетних корнях составил $2,01 \pm 0,052$ см/сут (при максимуме 3,8-4,4 см/сут), на двулетних – $2,88 \pm 0,069$ см/сут (при максимуме 5,0-6,1 см/сут). Среднеквадратичная амплитуда колебаний суточного прироста побегов на однолетних корнях составила 0,79 см/сут, на двулетних корнях – 1,34 см/сут. Независимо от возраста саженцев выявлена цикличность развития побегов, обусловленная чередованием максимумов и минимумов суточного прироста. Установлена высшая степень синхронизации весенних максимумов и раннелетних минимумов. Наиболее отчетливо межклоновые различия проявились на однолетних саженцах. Выявлен клон, дающий стабильно высокие приросты побегов на корнях разного возраста в течение всего вегетационного периода. Подобные клоны рекомендуется использовать для сортоизучения и создания устойчивых полифункциональных насаждений ивы трехтычинковой.

Ключевые слова: *Salix triandra; черенковые саженцы; избыточное увлажнение; однолетние побеги; суточный прирост; сезонная динамика; цикличность развития*

Для цитирования. Афонин А.А. Возрастная изменчивость динамики линейного прироста побегов *Salix triandra* // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 5. С. 350-366. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-350-366

AGE-DEPENDENT VARIABILITY OF THE DYNAMICS OF LINEAR GROWTH OF *SALIX TRIANDRA* SHOOTS

A.A. Afonin

Salix triandra (almond willow) is an established crop, grown for basket-making materials. This species is also used for a wide range of environmental projects. The paper aimed to comparative analysis of the seasonal dynamics of linear growth of shoots in *S. triandra* clones on stools of different ages. The object of the study is a model inbred-clonal population of *S. triandra*. Our study analyzed the growing annual shoots on saplings from cuttings. To obtain the material, one- and two-year-old stools of four clones were used. The observations were carried out in the conditions of the vegetative period in the year 2021. The development of shoots occurred in conditions of extremely excessive atmospheric moisture at the beginning of the growing season. The study also assessed the impact of ruderal vegetation.

As a result of our observations, it was found that the length of shoots on annual stools reached 210-220 cm, on biennial stools – 300-340 cm. The average daily increment of shoots on annual stools was 2.01 ± 0.052 cm/day (with a maximum of 3.8-4.4 cm/day), on biennial stools – 2.88 ± 0.069 cm/day (with a maximum of 5.0-6.1 cm/day). The root mean square amplitude of oscillation in the daily growth of shoots on annual stools was 0.79 cm/day, on biennial stools – 1.34 cm/day. The results showed that, regardless of the age of the stool, there is a cyclic development of shoots, which is due to the alternation of the maximum and minimum daily growth. The greatest degree of synchronization of maximum and minimum values of daily shoots increment in spring and early summer is revealed. A clone has been identified that gives consistently high increment of shoots. It is recommended to use such clones to create sustainable and multifunctional crops of almond willow.

Keywords: *Salix triandra*; saplings from cuttings; excessive moisture; annual shoots; daily increment; seasonal dynamics; cyclicality of development

For citation. Afonin A.A. Age-dependent variability of the dynamics of linear growth of *Salix triandra* shoots. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 350-366. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-350-366

Введение

Ивы (*Salix* L. Salicaceae Mirb.) – широко распространенные деревья и кустарники умеренной зоны Северного полушария [33]. Род *Salix* включает около 450 видов с многочисленными подвидами, разновидностями, а также естественными и искусственными гибридами [34]. Благодаря своей крайней выносливости, ивы растут там, где другие деревья и кустарники расти не могут [7]. С практической точки зрения, наибольший интерес представляют быстрорастущие кустарниковые ивы, способные к размножению зимними (одревесневшими) черенками [1]. В последние десятилетия исследователей привлекают плантационные насаждения ивы с коротким оборотом срезки (short-rotation coppice, SRC). Это связано с экологическими, социальными и экономическими преимуществами, которые дает выращивание и использование древесной биомассы растений, выращиваемых на маргинальных землях [31]. Кустарниковые ивы вызывают интерес в качестве биоэнергетической культуры во влажном умеренном климате из-за высокой скорости роста, прекрасных регенеративных свойств и относительно низкой потребности в питательных веществах [18, 28]. Сырье древесной биомассы подходит для прямого сжигания, а также газификации, пиролиза, производства древесного угля, пиролизного масла, этанола или метанола с дальнейшим получением тепла, электроэнергии и биотоплива [22]. Выращивание биоэнергетических культур на деградированных и недостаточно используемых землях является многообещающим решением для удовлетворения требований в области энергетической безопасности, продовольственной безопасности и восстановления земель [25]. Плантации SRC обладают высоким потенциалом производства биомассы во многих частях мира и часто могут поддерживать экосистемные услуги, связанные с круговоротом питательных веществ [32].

Существенным фактором, связанным с функционированием наземных экосистем, является изменение климата. На территории России продолжается потепление, темпы которого намного превышают средне-глобальные [12]. Ожидается, что изменение климата негативно скажется на природных экосистемах и ухудшит их функционирование [8]. Отмечается необходимость исследования микроклиматического потенциала каждой территории или региона [13]. Одним из факторов, определяющих тенденции в изменении климата, является углеродный баланс. Ключевую роль в глобальном углеродном цикле играют лесные экосистемы [21]. Ивовые плантации SRC представляют значительный интерес не только как источник биомассы для топлива, но и как поглотитель углерода [12, 24, 26]. Ожидается, что полу-

чение энергетической биомассы на плантациях SRC будет способствовать смягчению последствий изменения климата [17, 30].

Рост растений на ранних этапах онтогенеза ограничивается не только погодно-климатическими факторами, но и сорной (рудеральной) растительностью [19]. Сорняки могут оказывать сильное негативное влияние на выживание и производство биомассы, приводя к снижению роста или разрывам в насаждении [16]. При конкуренции с сорными растениями за свет, воду и прочие ресурсы укоренившиеся черенки ив оказываются менее устойчивыми и с течением времени выпадают. Наличие сорняков, особенно в первые два-три года, не только сильно понижает урожай ивы, но и может привести к гибели плантации [11]. Ранняя изменчивость размера растений из-за конкуренции с сорняками, различий в окружающей среде или различий в качестве черенков со временем увеличивается и приводит к иерархии размеров и большим пробелам в насаждении [16]. Поэтому особое внимание на уничтожение сорных трав нужно обратить в первые два года жизни растений [7]. В современной практике при создании сырьевых плантаций ивы для борьбы с сорной растительностью используются гербициды [14, 20]. Использование гербицидов при создании защитных насаждений во многих случаях совершенно неприемлемо. В этих случаях надежный способ повышения сохранности насаждений ив – повышение их конкурентоспособности по отношению к сорной растительности [14]. Ранее нами было показано, что для оптимизации пестицидной нагрузки в насаждениях ив интенсивного типа следует учитывать ритмы нарастания побегов [2].

Ива трехтычинковая – *S. triandra* L. (syn. *S. amygdalina* L.) – общеизвестный представитель быстрорастущих кустарниковых ив [27]. Ценится, прежде всего, как источник зеленого и белого прута, который используется для различных видов плетения: для изготовления корзин, плетеной мебели и прочих изделий [7, 11, 23]. В то же время, *S. triandra* не рекомендуется для плантационного выращивания на пахотных землях, поскольку ее урожайность значительно ниже по сравнению с высокопродуктивными гибридами других видов ив [29]. Ива трехтычинковая широко используется в защитном лесоразведении при закреплении берегов рек, оползней, обрывов и склонов балок [7, 11]. Ранее нами было показано, что *S. triandra* может использоваться как имеющая практическую ценность модель для выявления закономерностей морфогенеза побегов [3]. Известно, что между клонами ив существуют значительные различия в их способности конкурировать с сорняками [14]. Однако совместное влияние фактора клона и

фактора возраста на сезонную динамику развития побегов кустарниковых ив изучено недостаточно.

Цель данного исследования: сравнительный анализ сезонной динамики линейного прироста побегов в клонах *S. triandra* на корнях разного возраста в сложившихся погодно-климатических условиях на фоне умеренной засоренности сорной растительностью.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в почвенно-климатических условиях Брянского округа зоны широколиственных лесов (район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации), в салицетуме Брянского государственного университета (53°16'23" с.ш., 34°21'11" в.д.). Тип почв: серые лесные, на лёссовидном карбонатном суглинке. Тип лесорастительных условий: D3 (мезогигрофильная дубрава). Исходный тип растительности: *Quercetum coryloso-aegopodiosum*. Сплошная обработка (перекопка) почвы была проведена в 1999 г. В настоящее время междурядья заполнены травянистыми рудеральными видами: *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski, *Erigeron canadensis* L., *Ranunculus repens* L., *Setaria viridis* (L.) P.Beauv., *Sonchus arvensis* L., *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F.H.Wigg., *Poa pratensis* L.

Для анализа многолетней (2009–2021 гг.) динамики температуры воздуха $T^{\circ}\text{C}$ и количества осадков R (мм) в течение периода вегетации (май-август) использовали данные web-ресурса «Погода и климат. Климатический монитор. Брянск» (метеостанция «Брянск»: 53°12'45" с.ш., 34°10'54" в.д.) [10]. Анализ многолетней динамики погодно-климатических факторов – $T^{\circ}\text{C}$ и R – проводили в соответствии с рекомендациями других авторов [9]. Для анализа динамики погодных условий в течение вегетационного периода 2021 г. использовали подекадное распределение $T^{\circ}\text{C}$ и R . Межгодовую и внутригодовую неравномерность распределения $T^{\circ}\text{C}$ и R оценивали с помощью коэффициента вариации.

Объект исследований – модельная инбредно-клоновая популяция *S. triandra*. История родоначальников клонов – семян третьего поколения, полученных в культуре путем регулярного инбридинга – описана нами ранее [4]. В данном исследовании использовали модуль из четырех высокопродуктивных клонов: *tr 04*, *tr 05*, *tr 18*, *tr 20*. Клональные реплики получили в 2020 и 2021 гг. путем посадки неукорененных черенков длиной 25 см, нарезанных из базальных частей маточных побегов. Посадка (в подготовленные с осени ямы) вертикальная, с заглублением до одной

верхней почки. Схема размещения тригонально-линейная с расстоянием между посадочными местами 1 м.

Клональные реплики 2020 г. создали путем посадки черенков, заготовленных с родоначальников клонов – маточных растений семенного происхождения. Дата посадки 10.04.20. Повторность 4-кратная. Следующей весной саженцы обрезали на высоте 20 см, а срезанные побеги использовали для создания клональных реплик 2021 г. Дата посадки 18.04.21. Повторность 3-кратная. Каждый черенковый саженец формировался в один побег. В качестве материала использовали однолетние побеги на корнях второго и первого года жизни. Для получения исходных данных на протяжении мая-августа 2021 г. каждые 4 сут производили измерение длины побегов (L , см). Далее рассчитывали суточный прирост побегов (ΔL , см/сут), выровненный методом скользящей временной рамки шириной 8 сут и шагом 4 сут.

Полученные результаты обработали с использованием стандартных методов вариационной статистики. Для оценки сезонного размаха изменчивости суточного прироста побегов вычисляли среднеквадратичную амплитуду A_{RMS} – квадратный корень из среднего квадрата фактических отклонений ΔL от среднегодового прироста. На основании полученных временных рядов построили и проанализировали графики сезонной динамики ΔL . Подробная методика получения исходных данных и алгоритм анализа рядов динамики описаны нами ранее [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ линейных трендов многолетней динамики погодно-климатических условий на территории района исследований показал, что расчетная средняя годовая температура в период с 1976 г. по 2020 г. увеличилась на 3,1°C: с 4,6°C до 7,7°C. Расчетная годовая сумма осадков за этот же период не изменилась и составила 670-672 мм. Если же рассматривать многолетнюю динамику погодно-климатических условий в весенне-летние месяцы 2009...2021 гг. (рис. 1), то картина оказывается более сложной.

После аномально жаркого лета 2010 г. средние летние температуры обнаружили тенденцию к некоторому снижению. Неравномерность распределения средних температур в летние месяцы разных лет составила 6,4%. После дождливого лета 2011 г. сумма осадков в летние месяцы на несколько лет стабилизировалась с некоторым дефицитом в 2014 и 2018 гг. Неравномерность распределения осадков в мае-августе разных лет составила 29,1%. Начало 2020-х гг. охарактеризовалось избыточным увлажнением в течение мая-июня 2020 и 2021 гг. и повышением летних температур в 2021 г.

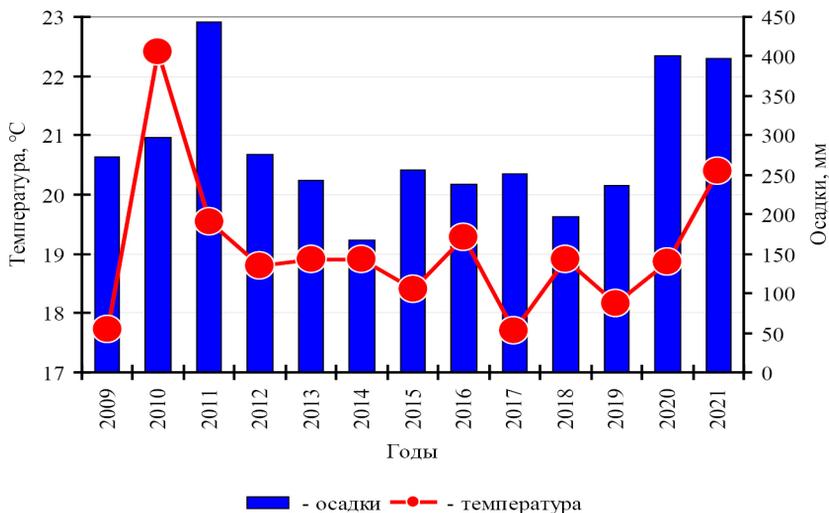


Рис. 1. Динамика погодно-климатических условий в весенне-летние месяцы 2009...2021 гг.

Примечание. Средние температуры рассчитаны за июнь-август, суммы осадков рассчитаны за май-август.

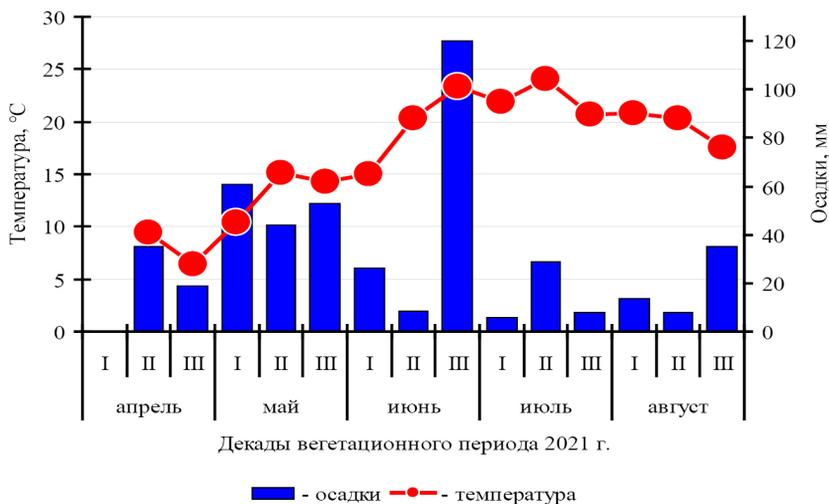


Рис. 2. Подекадная динамика погодных условий в весенне-летние месяцы 2021 гг.

Примечание. Средние температуры рассчитаны за июнь-август, суммы осадков рассчитаны за май-август.

Начало и первая половина вегетационного периода 2021 г. охарактеризовались избыточным атмосферным увлажнением: с 11 апреля по 30 июня выпало 366 мм осадков. Далее – с 1 июля по 20 августа – выпало всего 65 мм. Подекадная неравномерность распределения осадков составила 92%. Отклонение от нормы среднемесячной температуры в апреле и мае составило $-0,4^{\circ}\text{C}$, в июне $+1,9^{\circ}\text{C}$, в июле $+2,6^{\circ}\text{C}$, в августе $+1,4^{\circ}\text{C}$. Подекадная неравномерность распределения температур в период с 21 апреля по 20 августа составила 33%. В результате жаркой сухой погоды во второй половине вегетационного периода сложилась ситуация кратковременной атмосферной засухи.

Активный рост побегов начался 17 мая – к этому времени их длина достигла 3-8 см. В последней декаде июля часть побегов завершила свой рост с отмиранием верхушечной почки, а часть продолжила рост в августе и достигла длины более 150 см. Последняя дата прекращения роста – 21 августа. Побег, завершивший рост в августе, были использованы для дальнейшего анализа. Самые сильные побеги на однолетних корнях достигли длины 210-220 см, на двухлетних корнях – 300-340 см. Средний суточный прирост побегов на однолетних корнях составил $2,01 \pm 0,052$ см/сут, на двухлетних корнях – $2,88 \pm 0,069$ см/сут (различия статистически достоверны при $P < 0,001$). Среднеквадратичная амплитуда колебаний суточного прироста побегов – A_{RMS} – на однолетних корнях составила 0,79 см/сут, на двухлетних корнях – 1,34 см/сут, т.е. в 1,7 раза больше.

Сезонная динамика суточного прироста побегов – ΔL , см/сут – на однолетних корнях показана на рисунке 3 (для сравнения приведены побеги на двухлетних корнях).

На всех однолетних саженцах сезонная динамика суточного прироста побегов носит циклический характер, обусловленный чередованием максимумов и минимумов ΔL . Полный цикл развития побегов включает 4 цикла продолжительностью 16-24 сут. Выявлена высшая степень синхронизации весенних максимумов ΔL (25 мая) и раннелетних минимумов ΔL (2 июня). Максимумы ΔL 18 июня и 8 июля и разделяющие их минимумы 30 июня синхронизированы на большинстве побегов. После 16 июля синхронизация пиковых значений ΔL постепенно исчезает. Межклоновые и внутриклоновые различия в динамике ΔL наиболее отчетливо проявляются при прохождении максимумов в период с 14 по 26 июня. Стабильно высокий суточный прирост – 3,8-4,4 см/сут – выявлен на побегах клона *tr04*; умеренный суточный прирост – 2,8-2,9 см/сут – на побегах клонов *tr05* и *tr20*; самый низкий суточный прирост – 2,6 см/сут – на побегах клона *tr18*. На одном из побегов клона *tr20* максимумы суточного прироста слабо

выражены, но зато на одном из побегов клона *tr18* выявлено достаточно высокое значение ΔL – 3,3 см/сут – на последующем максимуме (8 июля).

Сезонная динамика суточного прироста побегов – ΔL , см/сут – на двухлетних корнях показана на рисунке 4 (для сравнения приведены побеги на однолетних корнях).

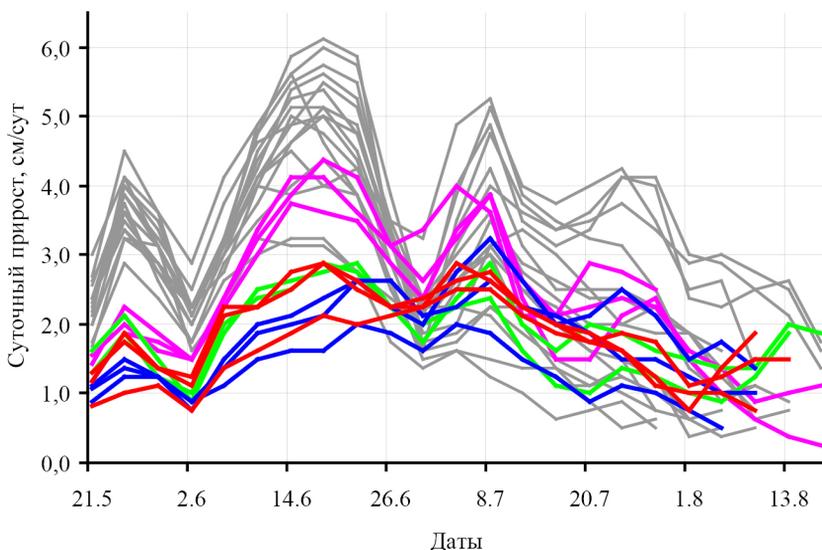


Рис. 3. Сезонная динамика суточного прироста побегов на однолетних корнях.
Примечание. Розовым цветом показаны побеги клона *tr04*, зеленым – клона *tr05*, синим – клона *tr18*, красным – клона *tr20*; серым цветом показаны побеги на двухлетних корнях.

Общие закономерности сезонной динамики суточного прироста побегов на двухлетних корнях те же, что и на однолетних. Однако межклоновые и внутриклоновые различия в динамике ΔL выражены более ярко вследствие большей среднеквадратичной амплитуды A_{RMS} . Максимумы ΔL 18 июня отчетливо выражены на всех побегах. Наибольший суточный прирост – 5,0-6,1 см/сут – выявлен для клонов *tr04*, *tr05*, *tr20*; наименьший – 4,4-4,5 см/сут – для клона *tr18*. В то же время, на единичных побегах клонов *tr18* и *tr20* выявлены низкие значения ΔL – 3,3 см/сут. Начиная с максимума 8 июля, межклоновые различия усиливаются: высокий суточный прирост сохраняется на сильных побегах клонов *tr04* и *tr20*, а на побегах клона *tr05* суточный прирост резко снижается.

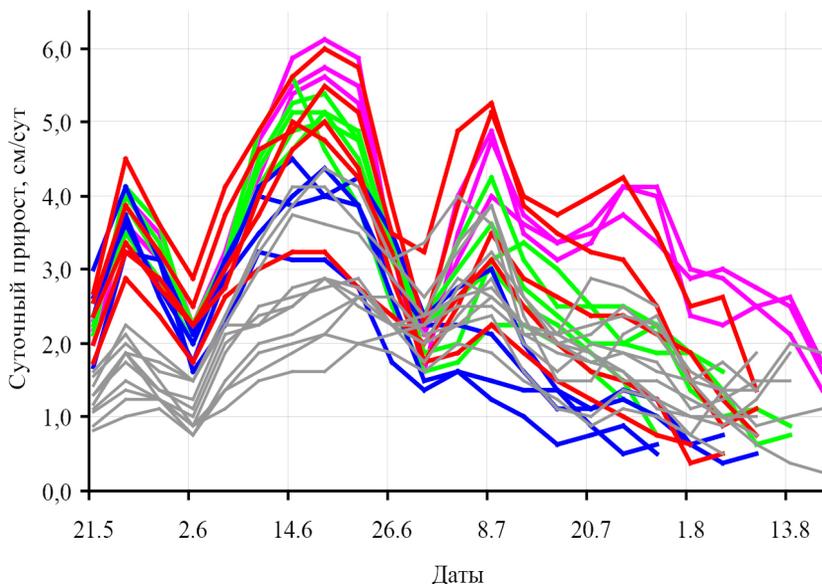


Рис. 4. Сезонная динамика суточного прироста побегов на двулетних корнях.
Примечание. Цветовая легенда та же, что на рис 3; серым цветом показаны побегов на однолетних корнях.

Заключение

На территории района исследований выявлена относительная стабилизация погодно-климатических условий в течение вегетационных периодов 2009-2021 гг. Вместе с тем установлена значительная неравномерность выпадения осадков в весенне-летний период как многолетняя разногодичная, так и подекадная в течение одного года. На этом основании можно предположить, что в сложившихся почвенно-климатических реалиях больше внимание следует уделить не температурному фактору, а межгодовым и внутригодовым распределениям осадков, что не противоречит результатам, полученных другими исследователями [5].

В условиях данного эксперимента получены высокие годовичные приросты однолетних побегов *S. triandra*, превышающие приросты побегов высокопродуктивных энергетических клонов *Salix* spp. [6]. Примерно 50% годовичного прироста побегов было обеспечено высоким суточным приростом на протяжении июня. Однако часть побегов продолжила достаточно интенсивный рост и во второй половине лета.

Выявлена цикличность сезонной динамики суточного прироста побегов на одно- и двулетних черенковых саженцах одних и тех же клонов. Установлено, что, независимо от возраста саженцев, в начале вегетационного периода ритмы развития побегов синхронизированы в высшей степени. Во второй половине вегетационного периода эти ритмы постепенно десинхронизируются.

Основные различия между одно- и двулетними саженцами заключаются в увеличении амплитуды суточного прироста на втором году жизни. В модельной популяции выявлен клон, дающий стабильно высокие суточные приросты побегов независимо от возраста саженцев, и клон с низкими суточными приростами. Межклоновые различия сильнее выражены на побегах однолетних саженцев. В единичных случаях на некоторых саженцах одного и того же клона развивались ослабленные побеги.

Возрастная изменчивость в большей степени проявилась в период интенсивного роста побегов. Суточный прирост сильных побегов на саженцах первого года жизни оказался сравним с суточным приростом слабых побегов на саженцах второго года жизни. Во второй половине вегетационного периода возрастные различия постепенно нивелировались. Отрицательное влияние позднелетней кратковременной атмосферной засухи на развитие побегов не выявлено.

Таким образом, установлено, что существуют клоны *S. triandra* с высокими темпами развития побегов на корнях первого и второго года жизни в условиях избыточного атмосферного увлажнения и умеренной засоренности рудеральными видами травянистых растений. Такие клоны рекомендуется использовать для сортоизучения и создания устойчивых полифункциональных насаждений ивы трехтычинковой без применения гербицидов даже в первые годы жизни.

Список литературы

1. Анциферов Г.И. Ива. М.: Лесная промышленность, 1984. 101 с.
2. Афонин А.А. Хронобиологические аспекты оптимизации пестицидной нагрузки в насаждениях ивы корзиночной (*Salix viminalis* L.) интенсивного типа // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2019. №2. С. 43–50. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/19-2/06>
3. Афонин А.А. Сезонная динамика длины междоузлий *Salix triandra* L. (Salicaceae) на фоне кратковременной атмосферной засухи // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2021. №.1(209). С. 104–112. <https://doi.org/10.18522/1026-2237-2021-1-104-112>

4. Афонин А.А. Эпигенетическая изменчивость структуры сезонной динамики развития побегов ивы трехтычинковой (*Salix triandra*, Salicaceae) // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2021. №2(38). С. 1–14. <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2021.38.1>
5. Газарян В.А., Курбатова Ю.А., Овсянников Т.А., Шапкина Н.Е. Статистический анализ циклических изменений в рядах динамики метеорологических показателей на юго-западе Валдайской возвышенности // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2018. №1. С. 61–67.
6. Епанчинцева О.В., Тишкина Е.А., Мишихина Ю.Д. Динамика прироста ив при использовании различных агротехнических приёмов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. №4(84). С. 97–103.
7. Керн Э.Э. Ива, ее значение, разведение и употребление. 4-е изд., вновь перераб. Петроград: Тип. Мин-ва Путей Сообщения, 1915. 134 с.
8. Крестов П.В., Корзников К.А., Кислов Д.Е. Коренные изменения наземных экосистем в России в XXI веке // Вестник Российской академии наук. 2020. Т. 90, № 6. С. 514–521. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869587320060067>
9. Михалап С.Г., Мингалев Д.Э., Евдокимов С.И. Использование анализа временных рядов в изучении многолетних температурных изменений // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2014. №4. С. 17–24.
10. Погода и климат. Климатический монитор. <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения 02.09.2021)
11. Правдин Л.Ф. Ива, ее культура и использование. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 168 с.
12. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Модельные оценки влияния климата на урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах России // Проблемы прогнозирования. 2021. №2(185). С. 75–86. <https://doi.org/10.1134/S1075700721020040>
13. Щербакова А.С. Агроклиматические районы и урожайность сельскохозяйственных культур в изменяющихся условиях регионального климата // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т.16. №1(61). С. 142–147. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-142-147>
14. Albertsson J., Verwijst T., Rosenqvist H., Hansson D., Bertholdsson N.O., Åhman I. Effects of mechanical weed control or cover crop on the growth and eco-

- onomic viability of two short-rotation willow cultivars // *Biomass and Bioenergy*, 2016, vol. 91, pp. 296–305. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.05.030>
15. Cunniff J., Purdy S.J., Barraclough T.J.P., Castle M., Maddison A.L., Jones L.E., Shield I.F., Gregory A.S., Karp A. High yielding biomass genotypes of willow (*Salix* spp.) show differences in below ground biomass allocation // *Biomass and Bioenergy*, 2015, vol. 80, pp. 114–127. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.04.020>
 16. Edelfeldt S., Lundkvist A., Forkman J., Verwijst T. Establishment and Early Growth of Willow at Different Levels of Weed Competition and Nitrogen Fertilization // *BioEnergy Research*, 2016, vol. 9, pp. 763–772. <https://doi.org/10.1007/s12155-016-9723-5>
 17. Fabio E.S., Kemanian A.R., Montes F. Miller R.O., Smart L.B. A mixed model approach for evaluating yield improvements in interspecific hybrids of shrub willow, a dedicated bioenergy crop // *Industrial Crops and Products*, 2017, vol. 96, pp. 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.019>
 18. Fabio E.S., Smart L.B. Differential growth response to fertilization of ten elite shrub willow (*Salix* spp.) bioenergy cultivars // *Trees*, 2018, vol. 32, pp. 1061–1072. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1695-y>
 19. Gavrylyuk L., Nemchenko A. Weeds – powerful competitors for young plants the willow rootworm *Salix viminalis* L. // *Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Plant Protection and Quarantine*, 2018, vol. 64, pp. 34–40. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.34-40>
 20. Han Q., Harayama H., Uemura A., Ito E., Utsugi H., Kitao M., Maruyama Y. High Biomass Productivity of Short-Rotation Willow Plantation in Boreal Hokkaido Achieved by Mulching and Cutback // *Forests*, 2020, vol. 11, p. 505. <https://doi.org/10.3390/f11050505>
 21. Isabel N., Holliday J.A., Aitken S.N. Forest genomics: Advancing climate adaptation, forest health, productivity, and conservation // *Evolutionary Applications*, 2020, vol. 13(1), pp. 3–10. <https://doi.org/10.1111/eva.12902>
 22. Nemethy S., Szemethy L. Adverse and Beneficial Effects of Woody Biomass Feedstock Plantations on Biodiversity and Wildlife Habitats // *Acta Regionalia et Environmentalica*, 2020, vol. 16, no. 2, pp. 25–33. <https://doi.org/10.2478/aree-2019-0006>
 23. Noleto-Dias C., Wu, Y., Bellisai A., Macalpine W., Beale M.H., Ward J.L. Phenylalkanoic Glycosides (Non-Salicinoids) from Wood Chips of *Salix triandra* × *dasyclados* Hybrid Willow // *Molecules*, 2019, vol. 24 (6), p. 1152. <https://doi.org/10.3390/molecules24061152>
 24. Pietrzykowski M., Woś B., Tylek P., Kwaśniewski D., Juliszewski T., Walczyk J., Likus-Cieślak J., Ochał W., Tabor S. Carbon sink potential and allocation

- in above- and below-ground biomass in willow coppice // Journal of Forestry Research, 2021, vol. 32, pp. 349–354. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01089-3>
25. Rahman S.A., Baral H., Sharma R., Samsudin Y.B., Meyer M., Lo M., Artati Y., Simamora T.I., Andini S., Leksono B., Roshetko J.M., Lee S.M., Sunderland T. Integrating bioenergy and food production on degraded landscapes in Indonesia for improved socioeconomic and environmental outcomes // Food and Energy Security, 2019, vol. 8(3), p. e00165. <https://doi.org/10.1002/fes3.165>
 26. Scriba C., Lunguleasa A., Salca E.-A., Ciobanu V.D. Properties of biomass obtained from short-rotation Inger willow clone grown on a contaminated and non-contaminated land // Maderas. Ciencia y Tecnología, 2021, vol. 23(14), pp. 1–12. <https://doi.org/10.4067/s0718-221x2021000100414>
 27. Skvortsov A.K. Willows of Russia and adjacent countries. Taxonomical and geographical revision. Joensuu: University of Joensuu, 1999. 307 p.
 28. Stolarski M.J., Szczukowski S., Tworkowski J., Krzyżaniak M. Extensive Willow Biomass Production on Marginal Land // Polish Journal of Environmental Studies, 2019, vol. 28(6), pp. 4359–4367. <https://doi.org/10.15244/pjoes/94812>
 29. Szczukowski S., Stolarski M., Tworkowski J., Przyborowski J., Klasa A. Productivity of willow coppice plants grown in short rotations // Plant Soil Environ, 2005, vol. 51(9), pp. 423–430.
 30. Vanbeveren S.P.P., Ceulemans R. Biodiversity in short-rotation coppice // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019, vol. 111, pp. 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.012>
 31. Warmański K., Stolarski M. J., Gil L., Krzyżaniak M. Willow bark and wood as a source of bioactive compounds and bioenergy feedstock // Industrial Crops and Products, 2021, vol. 171. p. 113976. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113976>
 32. Weih M., Nordh N.-E., Manzoni S., Hoeber S. Functional traits of individual varieties as determinants of growth and nitrogen use patterns in mixed stands of willow (*Salix* spp.) // Forest Ecology and Management, 2021, vol. 479, p. 118605. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118605>
 33. Wu J., Nyman T., Wang D.-C., Argus G.W., Yang Y.-P., Chen J.-H. Phylogeny of *Salix* subgenus *Salix* s.l. (Salicaceae): delimitation, biogeography, and reticulate evolution // BMC Evolutionary Biology, 2015, vol. 15. p. 31. <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0311-7>
 34. Wu Q., Liang X., Dai X., Chen Y., Yin T. Molecular discrimination and ploidy level determination for elite willow cultivars // Tree Genetics & Genomes, 2018, vol. 14, p. 65. <https://doi.org/10.1007/s11295-018-1281-x>

References

1. Anciferov G.I. *Iva* [Willow]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1984, 101 p.
2. Afonin A.A. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhneartovsk State University], 2019, no. 2. pp. 54–57. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/19-2/06>
3. Afonin A.A. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Natural Science], 2021, no.1, pp. 104–112. <https://doi.org/10.18522/1026-2237-2021-1-104-112>
4. Afonin A.A. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyj nauchnyj zhurnal* [Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal], 2021, no. 2(38), pp. 1–14. <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2021.38.1>
5. Gazaryan V.A., Kurbatova YU.A., Ovsyannikov T.A., SHapkina N.E. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya* [Moscow University Physics Bulletin], 2018, no. 1, pp. 61–67.
6. Epanchintseva O.V., Tishkina E.A., Mishchikhina Yu.D. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University], 2020, no. 4 (84), pp. 97–103.
7. Kern E.E. *Iva, ee znachenie, razvedenie i upotreblenie* [Willow, its meaning, breeding and consumption]. Petrograd: Tip. Min-va Putej Soobshcheniya, 1915, 134 p.
8. Krestov P.V., Korznikov K.A., Kislov D.E. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk* [Herald of the Russian Academy of Sciences], 2020, vol. 90, no. 6, pp. 514–521. <https://doi.org/10.31857/S0869587320060067>
9. Mihalap S.G., Mingalev D.E., Evdokimov S.I. *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i fiziko-matematicheskie nauki* [Bulletin of the Pskov state university. Series: Natural and physical and mathematical sciences], 2014, no. 4, pp. 17–24.
10. *Pogoda i klimat. Klimaticheskij monitor* [Weather and climate. Climate monitor]. <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (accessed September 2, 2021)
11. Pravdin L.F. *Iva, ee kul'tura i ispol'zovanie* [Willow, its culture and usage]. Moscow: AN SSSR Publ., 1952, 168 p.
12. Siptic S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. *Problemy prognozirovaniya* [Forecasting problems], 2021, no. 2(185), pp. 75–86. <https://doi.org/10.1134/S1075700721020040>
13. Scherbakova A.S. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], 2021, vol. 16, no. 1(61), pp. 142–147. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-142-147>

14. Albertsson J., Verwijst T., Rosenqvist H., Hansson D., Bertholdsson N.O., Åhman I. *Biomass and Bioenergy*, 2016, vol. 91, pp. 296–305. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.05.030>
15. Cunniff J., Purdy S.J., Barraclough T.J.P., Castle M., Maddison A.L., Jones L.E., Shield I.F., Gregory A.S., Karp A. *Biomass and Bioenergy*, 2015, vol. 80, pp. 114–127. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.04.020>
16. Edelfeldt S., Lundkvist A., Forkman J., Verwijst T. *BioEnergy Research*, 2016, vol. 9, pp. 763–772. <https://doi.org/10.1007/s12155-016-9723-5>
17. Fabio E.S., Kemanian A.R., Montes F. Miller R.O., Smart L.B. *Industrial Crops and Products*, 2017, vol. 96, pp. 57-70. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.019>
18. Fabio E.S., Smart L.B. *Trees*, 2018, vol. 32. pp. 1061–1072. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1695-y>
19. Gavrylyuk L., Nemchenko A. *Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Plant Protection and Quarantine*, 2018, vol. 64, pp. 34–40. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.34-40>
20. Han Q., Harayama H., Uemura A., Ito E., Utsugi H., Kitao M., Maruyama Y. *Forests*, 2020, vol. 11, p. 505. <https://doi.org/10.3390/f11050505>
21. Isabel N., Holliday J.A., Aitken S.N. *Evolutionary Applications*, 2020, vol. 13(1), pp. 3–10. <https://doi.org/10.1111/eva.12902>
22. Nemethy S., Szemethy L. *Acta Regionalia et Environmentalica*, 2020, vol. 16, no. 2, pp. 25–33. <https://doi.org/10.2478/aree-2019-0006>
23. Noleto-Dias C., Wu, Y., Bellisai A., Macalpine W., Beale M.H., Ward J.L. *Molecules*, 2019, vol. 24 (6), p. 1152. <https://doi.org/10.3390/molecules24061152>
24. Pietrzykowski M., Woś B., Tylek P., Kwaśniewski D., Juliszewski T., Walczyk J., Likus-Cieślak J., Ochał W., Tabor S. *Journal of Forestry Research*, 2021, vol. 32, pp. 349–354. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01089-3>
25. Rahman S.A., Baral H., Sharma R., Samsudin Y.B., Meyer M., Lo M., Artati Y., Simamora T.I., Andini S., Leksono B., Roshetko J.M., Lee S.M., Sunderland T. *Food and Energy Security*, 2019, vol. 8(3), p. e00165. <https://doi.org/10.1002/fes3.165>
26. Scriba C., Lunguleasa A., Salca E.-A., Ciobanu V.D. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 2021, vol. 23(14), pp. 1–12. <https://doi.org/10.4067/s0718-221x2021000100414>
27. Skvortsov A.K. Willows of Russia and adjacent countries. Taxonomical and geographical revision. Joensuu: University of Joensuu, 1999. 307 p.
28. Stolarski M.J., Szczukowski S., Tworowski J., Krzyżaniak M. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2019, vol. 28(6), pp. 4359–4367. <https://doi.org/10.15244/pjoes/94812>

29. Szczukowski S., Stolarski M., Tworowski J., Przyborowski J., Klasa A. *Plant Soil Environ*, 2005, vol. 51(9), pp. 423–430.
30. Vanbeveren S.P.P., Ceulemans R. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2019, vol. 111, pp. 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.012>
31. Warmiński K., Stolarski M.J., Gil Ł., Krzyżaniak M. *Industrial Crops and Products*, 2021, vol. 171, p. 113976. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113976>
32. Weih M., Nordh N.-E., Manzoni S., Hoerber S. *Forest Ecology and Management*, 2021, vol. 479, p. 118605. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118605>
33. Wu J., Nyman T., Wang D.-C., Argus G.W., Yang Y.-P., Chen J.-H. *BMC Evolutionary Biology*, 2015, vol. 15, p. 31. <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0311-7>
34. Wu Q., Liang X., Dai X., Chen Y., Yin T. *Tree Genetics & Genomes*, 2018, vol. 14, p. 65. <https://doi.org/10.1007/s11295-018-1281-x>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Афонин Алексей Алексеевич, профессор, доктор сельскохозяйственных наук

*Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского
ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, 241023, Российская Федерация
afonin.salix@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Alexey A. Afonin, Professor, Doctor of Agricultural Sciences

*Bryansk State Academician I.G. Petrovski University
14, Bezhickaya Str., Bryansk, 241023, Russian Federation
afonin.salix@gmail.com*

SPIN-code: 6176-0399

ORCID: 0000-0002-9392-2527

Поступила 15.09.2021

После рецензирования 30.09.2021

Принята 05.10.2021

Received 15.09.2021

Revised 30.09.2021

Accepted 05.10.2021

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-367-372

UDC 636.3:591.4

SIMPLE LINEAR AND MULTIPLE REGRESSION ANALYSES OF MORPHOLOGICAL TRAITS ON BODY WEIGHT IN FEMALE DORPER SHEEP LAMBS

L.J. Selala, T.L. Tyasi

Regression is a very influential statistical technique that uses independent variables to describe the dependent variable. The present study was performed to determine the best-fitted model from different regression techniques to predict body weight (BW) from morphological traits viz. heart girth (HG), rump height (RH), body length (BL), withers height (WH) and sternum height (SH). Twenty-eight female Dorper sheep lambs at birth were used for data collection. The simple and multiple regression were used for data analysis. The coefficients of determination (R^2) and mean square error (MSE) were used to determine the best-fitted regression model. The results indicated that in simple regression the best fitted regression model for estimation of BW in female Dorper lamb was the model including BL ($R^2 = 0.79$, $MSE = 1.43$), in multiple regression, the best fitted regression model for estimation of body weight in female Dorper lamb was model including HG, RH, BL, WH, SH ($R^2 = 0.89$, $MSE = 0.90$) in the study. The results of simple regression suggest that BL can truly estimate the body weight in female Dorper sheep lambs. Multiple regression findings suggest that two or more morphological traits can truly estimate body weight in the female Dorper lambs. The study will help the farmers to accurately predict the body weight of the Dorper sheep lambs using the morphological traits.

Keywords: *Coefficients of determination; Mean square error; Heart girth; Sternum height; Body length*

For citation. *Selala L.J., Tyasi T.L. Simple Linear and Multiple Regression Analyses of Morphological Traits on Body Weight in Female Dorper Sheep Lambs. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 367-372. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-5-367-372*

Introduction

Assessing different live body weight of different sexes of animals help in improving body weight of the animals [1]. According to [2] the regression equations are mostly used as techniques for predicting body weight using body dimensions of many breeds. Body dimensions namely: heart girth, rump height, ear length, head

length, body length, sternum height and withers height are considered to be the easiest way of predicting body weight of animals as compared to the use of weighing scale because are not easily accessible and are expensive to most communal farmers [3].

However, there are scarce readings on comparison of different regression techniques for estimation of body weight using morphological traits in female Dorper sheep lambs. The objective of the study is to determine the best-fitted regression models to estimate body weight using morphological traits amongst two regression techniques namely: simple and multiple regressions. The current paper will assist the farmers to know which morphological traits contribute more variation to the body weight of female Dorper sheep lambs, which will help farmers to improve strategies used in the breeding programs.

Materials and methods

The study was conducted at the University of Limpopo experimental farm, South Africa.

Animal management

The farm workers were making sure that lambs suckle enough milk from their mothers before they are released for grazing and suckle when they come back in the afternoon.

Experimental design

The study used a cross-sectional experimental design, where the farm was visited once for collection of body weight and morphological traits from 20 female Dorper sheep.

Measurements of body weight and morphological traits

Body weight (BW) and morphological traits viz. heart girth (HG), rump height (RH), body length (BL), withers height (WH) and sternum height (SH) of female Dorper lambs were recorded as described by [4] using weighing scale (kg) and measuring tape (cm).

Statistical analysis

The data was analyzed using Statistical Package for Social Sciences (SPSS, 2019) software, version 26 for windows. The data of descriptive of female Dorper sheep lambs were obtained. Live body weight was regressed on morphological traits using simple regression and multiple regression as it explained by [5] to design the best fitted regression model. Below is the simple and multiple regression equation that was formed:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5$$

Where;

Y= dependent variable (Body weight),

X1 – X2 = Independent variables (Morphological traits),

b1 – b5 = Coefficient of regression and

a = Constant (regression intercept).

Results and discussion

Descriptive statistics of the measured traits

Table 1 shows the results of descriptive statistics of female Dorper sheep lambs between body weight and morphological traits viz heart girth (HG), rump height (RH), body length (BL), withers height (WH), and sternum height (SH). The results indicates that all the morphological traits had higher numerical mean values than the body weight of female Dorper lambs which are indicated as follows HG (40.83 ± 1.13), RH (33.67 ± 0.94), BL (37.33 ± 1.24) and WH (34.56 ± 0.76), and SH (26.71 ± 0.50) respectively, while the BW had (6.05 ± 0.49) which is lower than all the morphological traits. According to [3] body dimensions are perfect instruments used to assess the body weight of the animals. The results of descriptive statistics indicated that the numerical mean value of BW is lower than the rest of morphological traits. The findings are dissimilar with the study of [6] in yearling Boar goats.

Table 1.

Descriptive statistics of female Dorper sheep lambs between BW and morphological traits

Traits	Female lambs Mean \pm SE	n = 28 CV (%)
BW (kg)	6.05 ± 0.49	8.10%
HG (cm)	40.83 ± 1.13	2.77%
RH (cm)	33.67 ± 0.94	2.79%
BL (cm)	37.33 ± 1.24	3.32%
WH (cm)	34.56 ± 0.76	2.20%
SH (cm)	26.71 ± 0.50	1.87%

SE: standard error; CV: coefficient of variance; BW: body weight; WH: withers height; RH: rump height; BL: Body length; BD: Body depth; RW: rump width; RL: rump length; HG: heart girth; n: 28.

Simple regression model on female Dorper lambs using morphological traits on body weight

The model of simple linear regression was formed using dependent variable (BW) and independent variables (HG, RH, BL, WH and SH) to determine

the regression model that is the best fitted for estimation of body weight in the female Dorper lambs. The findings indicate that all the equation models were statistical significant ($p < 0.05$) showed in Table 2 below.

The best-fitted regression model with BL has considered being the best because of highest R^2 and lowest MSE of 0.79 and 1.43 respectively. The results indicate that 79 per cent of variation in the body weight is contributed by BL. The highest R^2 and the lowest MSE was achieved from body length in female Dorper lamb sheep. The results indicate that body length is the one that pay more to the variation in body weight of female Dorper lamb sheep. The study is in disagreement with the study of [5] in Awassi sheep; [4] in atteppady black goats.

Table 2.

Simple linear equations for estimation of body weight using different morphological traits

Model of female Dorper lambs sheep	Variables	Equations	R^2 values	MSE
1	HG	$BW = -8.17 + 0.35HG$	0.65	2.42
2	RH	$BW = -7.52 + 0.40RH$	0.60	2.76
3	BL	$BW = -7.09 + 0.35BL$	0.79	1.43
4	WH	$BW = -13.42 + 0.56WH$	0.76	1.67
5	SH	$BW = -10.09 + 0.60SH$	0.39	4.26

R^2 : coefficient of determination; MSE: mean square error; BW: body weight; HG: heart girth; RH: rump height; BL: body length; WH: withers height; SH: sternum height; EL: ear length and HL: head length.

Multiple regression model on the female Dorper lambs using morphological traits on body weight

Table 3 shows the summary of the multiple regression analysis in female Dorper sheep lambs. The results revealed that the SH had highest variation contribution of 0.09 followed BL with variation contribution of 0.05 ($p < 0.05$) to the body weight with coefficients of determination of 0.89 and mean square error of 0.90 in female Dorper lambs.

The results indicates that 89 per cent of the variation in the BW of the female Dorper lambs is described by this model. The equation of multiple regression was developed as followed: $BW = -14.72 + 0.53HG + 0.10RH + 0.16BL + 0.12WH + 0.20SH$, whereby HG, RH and WH were not were not statistically significant ($p > 0.05$). Multiple regression was used to determine which morphological traits contribute more to variation of body weight in female Dorper lambs. The study is in oppose with the study of [7] in Nguni cattle.

Table 3.

Multiple regression for estimation of BW using morphological traits					
Multiple regression Morphological traits					
Parameters	HG	RH	BL	WH	SH
P value	0.38	0.15	0.01	0.27	0.04
B	0.05	0.10	0.16	0.12	0.20
SE	0.06	0.07	0.05	0.11	0.09

$R^2 = 0.89$, $MSE = 0.90$, constant = -14.723

HG = heart girth, RH = rump height, BL = body length, WH = withers height, SH = sternum height, EL = ear length, HL = head length, SE = Standard error and R^2 = coefficient of determination, b = regression coefficient

Conclusion

In conclusion, the results of the current study suggest that body length is the most important body dimensions that can evaluate body weight using simple regression and again, the sternum height and body length contribute more variation to the body weight of female Dorper lambs using multiple regression. The sternum height and body length can be included in the selection criteria of to improve body weight of female Dorper lambs. Therefore, the study will benefit Dorper sheep farmers to assess body weight using model of regression that is established. Additional readings are required for increasing body weight in Dorper sheep using simple and multiple regression.

Acknowledgements

The writers would like to thank the farmworker of University of Limpopo during data collection for their support and University of Limpopo, Department of Agricultural Economics and Animal Production for financial involvement during this study.

Conflict of interest. There is no conflict of interest stated by authors.

References

1. Karim G.M., Karym C.M. Prediction of body weight from body dimensions in Karadi sheep. *Journal of Zankoy Sulaimani*. JZS, 2ndInt. Conference of Agricultural Science. 2018. <https://doi.org/10.17656/jzs.10660>
2. Melesse A., Banerjee S., Lakew A., Mersha F., Hailemariam F., Tsegaye S., Makebo T. Variations in linear body measurements and establishing prediction equations for live weight of indigenous sheep populations of southern Ethiopia. *Journal of Animal Science*, 2013, vol. 2(1), pp. 15-25.

3. Taye M., Yilma M., Rischkowsky B., Dessie T., Okeyo M., Mekuriaw G., Haile A. Morphological characteristics and linear body measurements of Doyogena sheep in Doyogena district of SNNPR, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 2016, vol. 11(48), pp. 4873-4885. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11826>
4. Raja T.V., Venkatachalapathy R.T., Kannan A., Bindu K.A. Determination of best-fitted regression model for prediction of body weight in attappady black goats. *Global Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2013, vol. 1 (1), pp. 020-025.
5. Tropal M., Yildiz N., Esenbuba N., Aksakal V., Macit M., Ozdemir M. Determination of best-fitted regression model for estimation of body weight in Awassi sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 2003, vol. 23(2), pp. 201-208. <https://doi.org/10.1080/09712119.2003.9706422>
6. Mathapo M.C., Tyasi T.L. Prediction of Body Weight of Yearling Boer Goats from Morphometric Traits using Classification and Regression Tree. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2021, vol. 16 (2), pp. 130-135. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2021.130.135>
7. Tyasi T.L., Mathye N.D., Danguru L.W., Rashijane L.T., Mokoena K., Makgowa K.M., Mathapo M.C., Molabe K.M., Bopape P.M., Maluleke D. Correlation and path analysis of body weight and biometric traits of Nguni cattle breed. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 2020, vol. 7(1), pp. 148-55. <http://doi.org/10.5455/javar.2020.g404>

DATA ABOUT THE AUTHORS

Lebelo Joyceline Selala

*School of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Agricultural Economics and Animal Production
University of Limpopo
Private Bag X1106, Sovenga 0727, Limpopo, South Africa*

Thobela Louis Tyasi

*School of Agricultural and Environmental Sciences, Department of Agricultural Economics and Animal Production
University of Limpopo
Private Bag X1106, Sovenga 0727, Limpopo, South Africa
louis.tyasi@ul.ac.za
ORCID: 0000-0002-3519-7806*

Поступила 21.07.2021

После рецензирования 15.09.2021

Принята 25.10.2021

Received 21.07.2021

Revised 15.09.2021

Accepted 25.10.2021

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научно-практический рецензируемый журнал **Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture** издается с целью пропаганды фундаментальных и фундаментально-прикладных региональных достижений в области медицины, химии, биологии, сельского хозяйства и смежных дисциплин на территории Российской Федерации и за рубежом.

Требования к оформлению статей

Объем рукописи	7-24 страницы формата А4, включая таблицы, иллюстрации, список литературы; для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук – 7-10.
Поля	все поля – по 20 мм
Шрифт основного текста	Times New Roman
Размер шрифта основного текста	14 пт
Межстрочный интервал	полutorный
Отступ первой строки абзаца	1,25 см
Выравнивание текста	по ширине
Автоматическая расстановка переносов	включена
Нумерация страниц	не ведется
Формулы	в редакторе формул MS Equation 3.0
Рисунки	по тексту
Ссылки на формулу	(1)
Ссылки на литературу	[2, с.5], цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ССЫЛКИ-СНОСКИ ДЛЯ УКАЗАНИЯ
ИСТОЧНИКОВ**

Обязательная структура статьи

УДК

ЗАГЛАВИЕ (на русском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на русском языке)

Аннотация (на русском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой
(на русском языке)

ЗАГЛАВИЕ (на английском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на английском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой
(на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

- 1. Введение.**
- 2. Цель работы.**
- 3. Материалы и методы исследования.**
- 4. Результаты исследования и их обсуждение.**
- 5. Заключение.**
- 6. Информация о конфликте интересов.**
- 7. Информация о спонсорстве.**
- 8. Благодарности.**

Список литературы

Библиографический список по ГОСТ Р 7.05-2008

References

Библиографическое описание согласно требованиям журнала

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: улица, дом, город, индекс, страна (на русском языке)

Электронный адрес

SPIN-код в SCIENCE INDEX:

DATA ABOUT THE AUTHORS

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: дом, улица, город, индекс, страна (на английском языке)

Электронный адрес

AUTHOR GUIDELINES

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture is a multi-field dedicated peer reviewed scientific journal designed to promote both fundamental and applied regional achievements in the field of medicine, chemistry, biology, agriculture and related sciences on the territory of the Russian Federation and abroad.

Requirements for the articles to be published

Volume of the manuscript	7-24 pages A4 format, including tables, figures, references; for post-graduates pursuing degrees of candidate and doctor of sciences – 7–10.
Margins	all margins –20 mm each
Main text font	Times New Roman
Main text size	14 pt
Line spacing	1.5 interval
First line indent	1,25 cm
Text align	justify
Automatic hyphenation	turned on
Page numbering	turned off
Formulas	in formula processor MS Equation 3.0
Figures	in the text
References to a formula	(1)
References to the sources	[2, p.5], references are given in a single list at the end of the manuscript in the order in which they appear in the text

DO NOT USE FOOTNOTES
AS REFERENCES

Article structure requirements

TITLE (in English)

Author(s): surname and initials (in English)

Abstract (in English)

Keywords: separated with semicolon (in English)

Text of the article (in English)

1. Introduction.

2. Objective.

3. Materials and methods.

4. Results of the research and Discussion.

5. Conclusion.

6. Conflict of interest information.

7. Sponsorship information.

8. Acknowledgments.

References

References text type should be Chicago Manual of Style

DATA ABOUT THE AUTHORS

Surname, first name (and patronymic) in full, job title, academic degree, academic title

Full name of the organization – place of employment (or study) without compound parts of the organizations' names, full registered address of the organization in the following sequence: street, building, city, postcode, country

E-mail address

SPIN-code in SCIENCE INDEX:

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИММУННОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА CANIDAE ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ МЕЛАКРИЛА И.И. Окулова, Ю.А. Березина, З.Н. Бельтюкова, И.А. Домский, О.Ю. Беспятых	11
--	----

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРИБА <i>PLEUROTUS</i> <i>OSTREATUS</i> (ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ) Г.В. Песцов, А.В. Третьякова	28
---	----

ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТНЫХ, ГЕНДЕРНЫХ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ТЕЧЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ О.В. Смирнова, О.Л. Москаленко	41
--	----

ОСОБЕННОСТИ КОНСТИТУЦИИ У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА, ИМЕЮЩИХ ИШЕМИЧЕСКУЮ БОЛЕЗНЬ СЕРДЦА Р.А. Яскевич, О.Л. Москаленко	61
---	----

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ

О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ХОЛИНА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА И ВЫСШИХ ЖИВОТНЫХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) Р.А. Беккер, Ю.В. Быков, А.Ю. Быкова	76
---	----

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЗАМЕЩЕННЫЕ 4-НИТРОЗОПИРАЗОЛЫ В РЕАКЦИИ ДИЛЬСА-АЛЬДЕРА Д.С. Волкова, А.А. Попов, Е.В. Роот, А.А. Кукушкин, Г.А. Субоч ...	104
--	-----

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РАЗВИТИЮ АПК НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ Д.К. Сучков, И.В. Соргутов, Н.К. Гаврильева, А.В. Григорьев	120
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОЗНАНИИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА С.М. Мальцева, Е.С. Балашова, Н.В. Быстрова, Д.А. Строганов	133
ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕШНЕТОРГОВОГО ОБОРОТА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И.А. Аксенов	146
РАЗРАБОТКА МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА Р.А. Шичиях, И.Н. Сычева, И.Н. Черных, Е.С. Лебедева	167
ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА	
ВЛИЯНИЕ ДЕЗИНФЕКТАНТА НА КРИСТАЛЛОГЕННЫЕ СВОЙСТВА PSEUDOMONAS AERUGINOSA IN VITRO А.К. Маргусевич, И.В. Бочарин, Е.А. Кочкурова, Н.А. Ронжина	191
ПЕРВИЧНАЯ ИНВАЛИДНОСТЬ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ С.Н. Пузин, А.А. Яковлев, И.В. Лялина, М.А. Шургая, Д.Т. Шарикадзе	205
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ КОММУНИКАЦИИ НА ВЕБ-САЙТАХ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ Н.В. Полухин, Н.В. Эккерт, В.В. Козлов	226
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРИВЕРЖЕННОСТЬ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ К МОДИФИКАЦИИ ОБРАЗА ЖИЗНИ М.В. Водолагин, Н.В. Эккерт, В.В. Козлов	247

СОМАТОФОРМНАЯ ДИСФУНКЦИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ: ВЕГЕТАТИВНЫЙ ГОМЕОСТАЗ И РЕАКТИВНОСТЬ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ Ж.Г. Зайцева, О.И. Зайцева, Т.А. Колодяжная	264
ОСОБЕННОСТИ СМЫСЛОВОЙ СФЕРЫ ЛИЧНОСТИ И СУТОЧНОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЗАНЯТОСТИ СТУДЕНТОВ, ПЕРЕБОЛЕВШИХ COVID-2019 Н.А. Цветкова, П.А. Кисляков, Е.А. Володарская	285
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
ИЗУЧЕНИЕ ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 7-R-1,5-ДИНИТРО-3,7-ДИАЗАБИЦИКЛО[3.3.1]НОНАН-2-ОНА Е.В. Иванова, М.Б. Никишина, А.В. Третьякова, Л.Г. Мухторов, Л.В. Переломов, Ю.М. Атрощенко	307
ЛАНДШАФТНО-ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ А.С. Рулев, О.В. Рулева, Г.А. Рулев, В.В. Танюкевич	321
ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ АГРОНОМИЧЕСКИХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ А.И. Павлова	336
ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИНАМИКИ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА ПОБЕГОВ <i>SALIX TRIANDRA</i> А.А. Афонин	350
SIMPLE LINEAR AND MULTIPLE REGRESSION ANALYSES OF MORPHOLOGICAL TRAITS ON BODY WEIGHT IN FEMALE DORPER SHEEP LAMBS L.J. Selala, T.L. Tyasi	367
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	373

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

- IMMUNOMORPHOLOGICAL INDICATORS OF BLOOD SERUM
IN THE *CANIDAE* FAMILY AFTER MELACRYL IMPLANTATION
I.I. Okulova, Ju.A. Berezina, Z.N. Beltukova,
I.A. Domskij, O.Yu. Bespyatykh 11
- ECOLOGICALLY SAFE UTILIZATION OF ORGANIC
WASTES AND TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF THE FUNGUS
PLEUROTUS OSTREATUS (THE OYSTER MUSHROOM)
G.V. Pestsov, A.V. Tretyakova 28

INTERNAL MEDICINE

- INFLUENCE OF GENDER, AGE AND METABOLIC FACTORS
ON THE COURSE OF ARTERIAL HYPERTENSION IN PATIENTS
WITH METABOLIC SYNDROME
O.V. Smirnova, O.L. Moskalenko 41
- FEATURES OF THE CONSTITUTION IN WOMEN
WITH VARIOUS TYPES OF LEFT VENTRICULAR REMODELING
WHO HAVE CORONARY HEART DISEASE
R.A. Yaskevich, O.L. Moskalenko 61

SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

- ON THE BIOLOGICAL ROLE OF CHOLINE IN HUMAN
AND HIGHER ANIMAL ORGANISMS (A LITERATURE REVIEW)
R.A. Bekker, Yu.V. Bykov, A.Yu. Bykova 76

INTERDISCIPLINARY RESEARCH

- SUBSTITUTED 4-NITROSOPYRAZOLES
IN THE DIELS-ALDER REACTION
D.S. Volkova, A.A. Popov, E.V. Root, A.A. Kukushkin, G.A. Suboch 104

ECONOMIC ASPECTS OF THE ECOLOGICAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE AT THE PRESENT STAGE D.K. Suchkov, I.V. Sorgutov, N.K. Gavrilieva, A.V. Grigoriev	120
ECOLOGICAL SAFETY IN THE ECOLOGICAL CONSCIOUSNESS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY STUDENTS S.M. Maltseva, E.S. Balashova, N.V. Bystrova, D.A. Stroganov	133
PROBLEMS OF ORGANIZATION OF FOREIGN TRADE TURNOVER OF MEDICINES IN THE RUSSIAN FEDERATION I.A. Aksenov	146
MARKETING STRATEGY DEVELOPMENT FOR ANIMAL HUSBANDRY R.A. Shichiyakh, I.N. Sycheva, I.N. Chernykh, E.S. Lebedeva	167
PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE	
INFLUENCE OF DISINFECTANT ON CRYSTALLOGENIC ACTIVITY OF PSEUDOMONAS AERUGINOSA IN VITRO A.K. Martusevich, I.V. Bocharin, E.A. Kochkurova, N.A. Ronzhina	191
PRIMARY DISABILITY OF THE ADULT POPULATION DUE TO DISEASES OF THE CIRCULATORY SYSTEM S.N. Puzin, A.A. Yakovlev, I.V. Lyalina, M.A. Shurgaya, D.T. Sharikadze	205
PATIENT PERSPECTIVE ON HEALTHCARE FACILITIES WEBSITES COMMUNICATION ELEMENTS N.V. Polukhin, N.V. Ekkert, V.V. Kozlov	226
ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF MEDICAL AND SOCIAL FACTORS ON THE ADHERENCE OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS TO LIFESTYLE MODIFICATION M.V. Vodolagin, N.V. Ekkert, V.V. Kozlov	247

SOMATOFORM DYSFUNCTION OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM IN ADOLESCENTS: VEGETATIVE HOMEOSTASIS AND ERYTHROCYTE MEMBRANE REACTIVITY Gh.G. Zaitzeva, O.I. Zaitzeva, T.A. Kolodyazhnaya	264
---	-----

FEATURES OF THE SEMANTIC SPHERE OF PERSONALITY AND DAILY STRUCTURING OF EMPLOYMENT OF STUDENTS WHO HAVE HAD COVID-2019 N.A. Tsvetkova, P.A. Kislyakov, E.A. Volodarskaya	285
--	-----

AGRICULTURAL SCIENCES

INVESTIGATION OF THE FUNGICIDAL ACTIVITY OF NEW DERIVATIVES OF 7-R-1,5-DINITRO-3,7-DIAZABICYCLO[3.3.1]NONAN-2-ONE E.V. Ivanova, M.B. Nikishina, L.G. Mukhtorov, L.V. Perelomov, Yu.M. Atroshchenko	307
--	-----

LANDSCAPE AND FOREST RECLAMATION APPROACH TO ASSESSING THE STATE OF PROTECTIVE FOREST PLANTINGS A.S. Rulev, O.V. Ruleva, G.A. Rulev, V.V. Tanyukevich	321
---	-----

SPATIAL DATABASES OF AGRONOMIC GEOINFORMATION SYSTEMS A.I. Pavlova	336
--	-----

AGE-DEPENDENT VARIABILITY OF THE DYNAMICS OF LINEAR GROWTH OF <i>SALIX TRIANDRA</i> SHOOTS A.A. Afonin	350
--	-----

SIMPLE LINEAR AND MULTIPLE REGRESSION ANALYSES OF MORPHOLOGICAL TRAITS ON BODY WEIGHT IN FEMALE DORPER SHEEP LAMBS L.J. Selala, T.L. Tyasi	367
--	-----

RULES FOR AUTHORS	373
--------------------------------	-----

Подписано в печать 29.10.2021. Дата выхода в свет 29.10.2021. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 27,36. Тираж 5000 экз. Свободная цена. Заказ SJLSA135/021. Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Издательство «Авторская Мастерская». Адрес типографии: ул. Пресненский Вал, д. 27 стр. 24, г. Москва, 123557 Россия.