

ВЕСТНИК МГПУ.

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ».

**MCU JOURNAL
OF NATURAL SCIENCES**

№ 4 (52)

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC JOURNAL

**Издается с 2008 года
Выходит 4 раза в год**

**Published since 2008
Quarterly**

**Москва
2023**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

- Реморенко И. М.** ректор ГАОУ ВО МГПУ, доктор педагогических наук, доцент, почетный работник общего образования Российской Федерации, член-корреспондент РАО
председатель
- Рябов В. В.** президент ГАОУ ВО МГПУ, доктор исторических наук, профессор, член-корреспондент РАО
заместитель
председателя
- Геворкян Е. Н.** первый проректор ГАОУ ВО МГПУ, доктор экономических наук, профессор, академик РАО
заместитель
председателя
- Агранат Д. Л.** проректор по учебной работе ГАОУ ВО МГПУ, доктор социологических наук, доцент
заместитель
председателя

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Страдзе А. Э.** директор Института естествознания и спортивных технологий МГПУ (ИЕСТ МГПУ), доктор социологических наук
главный редактор
- Налобина А. Н.** профессор кафедры адаптологии и спортивной подготовки ИЕСТ МГПУ, доктор биологических наук, доцент
заместитель
главного редактора
- Борисовец Д. Р.** старший преподаватель кафедры физического воспитания и безопасности жизнедеятельности ИЕСТ МГПУ, член Союза журналистов России
ответственный
секретарь
- Быховская И. М.** профессор ИЕСТ МГПУ, доктор философских наук, профессор
- Воронов Л. Н.** профессор кафедры медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии Чувашского государственного университета им. И. Н. Ульянова, доктор биологических наук, профессор
- Горская И. Ю.** профессор кафедры естественно-научных дисциплин Сибирского государственного университета физической культуры и спорта, доктор педагогических наук, профессор
- Калуцков В. Н.** профессор кафедры региональных исследований факультета иностранных языков и регионоведения МГУ им. М. В. Ломоносова, доктор географических наук, профессор
- Коптюг А. В.** руководитель научной группы исследовательского центра спортивных технологий Университета Средней Швеции (г. Эстерсунд, Швеция), кандидат физико-математических наук, профессор
- Курбанова Н. Н.** доцент кафедры биохимии и клинической биохимии Ургенчского филиала Ташкентской медицинской академии, кандидат биологических наук
- Лопатников Д. Л.** старший научный сотрудник лаборатории географии мирового развития Института географии РАН, доктор географических наук, профессор
- Луговской А. М.** профессор кафедры географии Московского государственного университета геодезии и картографии, доктор географических наук, кандидат биологических наук, доцент

- Максимов В. И.** профессор Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина, доктор биологических наук, профессор
- Оганджанов А. Л.** профессор кафедры адаптологии и спортивной подготовки ИЕСТ МГПУ, доктор педагогических наук, профессор
- Пашков С. В.** декан факультета математики и естественных наук Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева, кандидат географических наук, доцент
- Пушкина В. Н.** профессор кафедры теории и методики спорта и физического воспитания Института спортивных технологий и физического воспитания Московского государственного университета спорта и туризма, доктор биологических наук, профессор
- Рахимов И. И.** профессор Казанского (Приволжского) федерального университета, доктор биологических наук, профессор
- Резанов А. Г.** профессор кафедры биологии и физиологии человека ИЕСТ МГПУ, доктор биологических наук, доцент, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации
- Стрижак А. П.** профессор кафедры физического воспитания и безопасности жизнедеятельности ИЕСТ МГПУ, доктор педагогических наук, профессор
- Тамбовцева Р. В.** заведующая кафедрой биохимии и биоэнергетики спорта им. Н. И. Волкова Российского университета спорта «ГЦОЛИФК», доктор биологических наук, профессор, академик РАЕ
- Ткачев А. В.** профессор кафедры ветеринарной медицины Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
- Федорова Е. Ю.** профессор кафедры адаптологии и спортивной подготовки ИЕСТ МГПУ, заведующая лабораторией возможностей человека, доктор биологических наук, доцент
- Холзер А. Н.** директор реабилитационно-восстановительного центра (г. Гланд, Швейцария), доктор педагогических наук, доцент
- Шевченко Т. Н.** проректор по учебной работе Кыргызской Государственной Академии физической культуры и спорта, кандидат педагогических наук, доцент
- Шульгина О. В.** заведующая кафедрой географии и туризма ИЕСТ МГПУ, доктор исторических наук, кандидат географических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

СОДЕРЖАНИЕ

Слово главного редактора	8
---------------------------------------	---

Биологические науки

<i>Шкляревич Г. А., Зорина А. А., Моисеева Е. А.</i> Межгодовая изменчивость <i>Amphipoda</i> Белого моря	10
<i>Назаренко Л. В., Загоскина Н. В.</i> Биофлавоноиды высших растений	22
<i>Столярова А. Н., Есауленко Е. Е.</i> Влияние прекондиционирования про-/антиоксидантами на развитие ишемически-реперфузионного повреждения печени в эксперименте	38
<i>Тимошенко Я. Е., Есауленко Е. Е., Шевченко А. С.</i> Влияние дихлорацетата на активность пируватдегидрогеназы и повреждение печени при ишемии-реперфузии в эксперименте	50

Науки о Земле

<i>Лопатников Д. Л., Шехадек Ш.</i> Продовольственная безопасность Арабских стран по базовым показателям ФАО	62
<i>Марцинишин М. О.</i> Влияние Первой мировой войны на территориально-отраслевую структуру внешней торговли США	79
<i>Шульгина О. В., Воронова Т. С., Кабанов А. М.</i> Пространственный анализ деятельности городского университета по подготовке учителей географии и обеспеченности учителями-географами образовательных организаций Москвы	91

Естественно-научные основы физического воспитания и спортивной тренировки

- Налобина А. Н., Руссу Д. С.* Влияние состояния сводов стопы на физическую и техническую подготовленность юных хоккеистов 104

Здоровьесберегающие технологии

- Каченкова Е. С.* Применение средств физической культуры для коррекции возрастных функциональных изменений у мужчин старше 50 лет 112

Социальные предпосылки формирования физической культуры

- Юдина Е. Ю.* Открытие, проведение и итоги Первой Всероссийской выставки спорта: презентация в СМИ и реакция публики 119

- Авторы «Вестника МГПУ. Серия «Естественные науки», 2023, № 4 (52)»** 134

- Требования к оформлению статей 138

CONTENTS

The Word of the Editor-in-Chief's	8
--	---

Biological Sciences

<i>Shklyarevich G. A., Zorina A. A., Moiseeva E. A.</i> Interannual variability <i>Amphipoda</i> of the White Sea	10
<i>Nazarenko L. V., Zagoskina N. V.</i> Bioflavonoids of higher plants.....	22
<i>Stolyarova A. N., Esaulenko E. E.</i> Influence of preconditioning with pro-/antioxidants on the development of ischemia-reperfusion liver damage in experimental conditions	38
<i>Tymoshenko Ya. E., Yesaulenko E. E., Shevchenko A. S.</i> Influence of dichloroacetate on pyruvate dehydrogenase activity and liver damage during ischemia-reperfusion in experimental conditions	50

Earth Sciences

<i>Lopatnikov D. L., Shakira Sh.</i> Arab Food Security FAO Baseline Indicators	62
<i>Marcinishin M. O.</i> The impact of the First World War on the territorial and sectoral structure of US foreign trade.....	79
<i>Shulgina O. V., Voronova T. S., Kabanov A. M.</i> Spatial analysis of the activities of the city university for the training of geography teachers and the provision of teachers-geographers of educational organizations in Moscow	91

Natural Science Basics of Physical Education and Sports Training

- Nalobina A. N., Russu D. S.* The influence of the state
of the arches of the foot on the physical conditional
of young hockey players 104

Health Saving Technologies

- Kachenkova E. S.* The use of physical culture
to correct age-related functional changes in men
over 50 years of age 112

Social Prerequisites for the Formation of Physical Culture

- Yudina E. Yu.* First All-Russian Sports Exhibition:
opening, holding and results in the media presentation
and public opinion..... 119

Authors of MCU Journal of Natural Sciences, 2023, № 4 (52)

- Requirements for Style of Articles 138



**Слово
главного
редактора** | **The Word
of the Editor-
in-Chief**

Дорогой читатель!

Завершился 2023 год, и мы представляем вам заключительный в этом году, четвертый номер журнала «Вестник МГПУ. Серия “Естественные науки”».

Чем запомнился нам этот год? Пожалуй, это первый полноценный «постковидный» год, когда мы можем с уверенностью сказать, что эпидемия COVID-19 миновала.

В начале октября 2023 года в Стокгольме и Осло были названы имена новых лауреатов Нобелевской премии в области физиологии и медицины. Ими стали американский биохимик венгерского происхождения Каталин Карико и американский иммунолог Дрю Вайссман (США). Их заслуга перед человечеством состоит в том, что они модифицировали нуклеозидные основания для разработки вакцины нового поколения на основе синтезированных матричных РНК (мРНК) и смогли изменить химический состав нуклеозидов таким образом, что воспалительная реакция на мРНК почти полностью исчезла, что позволило во время пандемии создать эффективные вакцины

против COVID-19. Таким образом, мы можем с уверенностью констатировать, что избежали одной из величайших угроз здоровью человека.

Сегодня открытия Каталин Карико и Дрю Вайссмана активно используют и российские разработчики прививок от других инфекционных заболеваний и вирусов, включая вакцину от гриппа и ОРВИ, а также от онкологических заболеваний.

Почему в колонке главного редактора, в начале очередного выпуска нашего журнала, я упомянул именно об этом открытии? Потому что без него могли бы не состояться многие другие открытия и исследования, поскольку разработки упомянутых нобелевских лауреатов позволили спасти жизни миллионов людей, открыть путь их настоящему и будущему.

Вклад естествознания в развитие общества поистине неоченим. Научная картина мира формируется на основе достижений естественных, общественных и гуманитарных наук, но ее фундаментом, бесспорно, является естествознание.

Известно, что результаты процесса познания окружающего мира отражаются и закрепляются в сознании человека в виде умений, навыков, знаний и типов поведения, совокупность которых образует определенную модель, или, как принято говорить, картину мира. У каждого человека создается своя собственная картина мира, основанная на его конкретных знаниях, типах поведения и общения, однако самое широкое и полное представление эта картина может дать только

через понимание места человека в окружающем его мире — через научную картину мира.

На страницах нашего журнала мы стараемся создать картину, основанную на результатах исследований в различных областях научных знаний. В этом выпуске представлены исследования в области биологических наук, наук о Земле, медицины, физиологии и спорта.

Желаем вам полезного и познавательного прочтения!

С уважением, главный редактор журнала
«Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки»,
доктор социологических наук *Александр Эдуардович Страдзе*



УДК 595.371.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.01

Галина Андреевна Шкляревич¹,
Анастасия Александровна Зорина²,
Елена Анатольевна Моисеева³

^{1,2,3} Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *AMPHIPODA* БЕЛОГО МОРЯ

Аннотация. В статье приводятся материалы исследования, в ходе которого был апробирован новый метод оценки реакции морской биоты на климатические изменения. В охраняемой акватории Кандалакшского заповедника в рамках эколого-биологического мониторинга проводился сбор разноногих ракообразных (*Amphipoda*) за период 2014–2017 гг. Использование бокоплавов как тест-объектов и индикаторов негативных изменений среды объясняется их способностью быстро и направленно реагировать на антропогенные и климатические изменения. Проведение исследований на заповедной территории позволило минимизировать значимость антропогенного фактора. В выбранном объеме обработанного материала насчитывалось 134 взрослых и 109 ювенильных особей. Выравненность отдельных видов амфипод в таксоценозе достоверно описывается с помощью модели логнормального распределения. Высокую экологическую пластичность проявляет *Lagunogammarus oceanicus*, среднюю — *Gammarus duebeni*. Количественное соотношение численности видов амфипод определяется климатическими изменениями в окружающей среде. На размерно-весовые характеристики амфипод влияет их половая принадлежность. Выявлена достоверная многолетняя изменчивость особей разных видов *Amphipoda* по длине и массе тела. Установленные межгодовые флуктуации характеристик отдельных видов бокоплавов следует считать адаптивно-компенсаторными реакциями, повышающими резистентность таксоценоза амфипод Белого моря.

Ключевые слова: таксоценоз амфипод, межгодовая изменчивость, оценка видового состава, размерно-весовые характеристики, Кандалакшский заповедник

Благодарности: авторы благодарят администрацию Кандалакшского заповедника и сотрудников его научного отдела за благожелательную поддержку и техническую помощь при выполнении полевых работ на о. Ряшков.

UDC 595.371.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.01

Galina Andreevna Shklyarevich¹,
Anastasia Aleksandrovna Zorina²,
Elena Anatolyevna Moiseeva³

^{1,2,3} Petrazavodsk State University,
Petrazavodsk, Russia

INTERANNUAL VARIABILITY *AMPHIPODA* OF THE WHITE SEA

Abstract. A new method for assessing the response of marine biota to climate change has been tested. In the protected water area of the Kandalaksha Reserve, within the framework of ecological and biological monitoring, the collection of various-legged crustaceans (*Amphipoda*) was carried out for the period 2014–2017. The use of amphipods as test objects and indicators of negative environmental changes is explained by their ability to quickly and purposefully respond to anthropogenic and climatic changes. Conducting research on the protected area allowed us to minimize the significance of the anthropogenic factor. The volume of processed material includes 134 adults and 109 juveniles. The evenness of individual amphipod species in the taxocenosis is reliably described using a lognormal distribution model. *Lagunogammarus oceanicus* exhibits high ecological plasticity, while *Gammarus duebeni* exhibits medium plasticity. The quantitative ratio of the number of amphipod species is determined by climatic changes in the environment. The size and weight characteristics of amphipods are influenced by their gender. Reliable long-term individual variability of different Amphipoda species in body length and weight was revealed. The established interannual fluctuations in the characteristics of individual amphipod species should be considered adaptive-compensatory reactions that increase the resistance of the White Sea amphipod taxocenosis.

Keywords: amphipod taxocenosis, interannual variability, species composition assessment, size and weight characteristics, Kandalaksha Nature Reserve

Acknowledgements: the authors thank the administration of the Kandalaksha Nature Reserve and the staff of its scientific department for their benevolent support and technical assistance in carrying out field work on Ryashkov Island.

Введение

Разноногие ракообразные *Amphipoda* относятся к числу самых распространенных в морях организмов, населяющих все горизонты от поверхности моря до больших глубин. Представители *Amphipoda* обитают повсеместно на литорали Белого моря и имеют довольно большую плотность [12; 13]. Оптимальное функционирование прибрежных экосистем

зависит от их роли как трофических компонентов сообществ: высокая численность амфипод представляет собой важный кормовой объект для многих видов беспозвоночных, рыб и птиц, которые кормятся на мелководье во время отлива или прилива [1].

Амфиподы характеризуются высокими численными концентрациями и представляют собой важный кормовой объект для некоторых беспозвоночных, многих видов рыб и птиц, кормящихся в сублиторали и на литорали, как во время отлива, так и во время прилива [1].

Разноногие ракообразные занимают важное положение в трофической структуре экосистем Белого моря. С одной стороны, они являются консументами первого и второго порядков и в то же время предстают объектами питания для консументов более высоких рангов. Одно из важных свойств *Amphipoda* — способность использовать в пищу организмы, завершившие свой жизненный цикл (например, отнерестившиеся *Alitta virens*), или огромные массы случайно погибших беспозвоночных животных, прикрепленных к литоральным субстратам (например, *Semibalanus balanoides* и *Mytilus edulis*, которые ежегодно гибнут в осенне-весенние периоды в результате ледостава и его разрушения) [11]. Амфиподы утилизируют большое количество некро-массы, включают их в пищевые цепи и сети экосистем и обеспечивают очищение акватории беломорских вод в целом [1].

Беломорские виды амфипод — важный высококалорийный кормовой объект для промысловых (сельдь, навага, треска, камбала) и непромысловых (бельдюга, бычок, колюшка, маслюк, пинагор) видов рыб, для морских птиц (галстучник, кулик-сорока, сизая и серебристая чайки, полярная крачка) [3]. В рацион питания одной из самой значимой в полярных водах морской утки — обыкновенной гаги *Somateria mollissima* (типичного малакофага) — в течение всего летнего периода также входят амфиподы наряду с моллюсками и некоторыми другими беспозвоночными [2]. Амфиподы становятся важным кормовым объектом в весенний, осенний и зимний периоды для отдельных групп гаг, не откочевавших в Баренцево море по различным случайным причинам и оставшихся в незамерзающих полыньях на Белом море [7].

Бокоплавы литоральной мелководной области имеют особое трофическое значение летом и осенью, в период генеративных жизненных циклов большинства морских и прибрежных видов животных при появлении их потомства. Амфиподы являются легкой, калорийной, с мягким экзоскелетом добычей для молоди различных видов рыб и птиц Белого моря [1, 4].

Более того, разноногие ракообразные используются в качестве кормового объекта для культурного разведения ихтиофауны [5, 8]. Марикультура на Белом море набирает темпы в своем развитии, что обуславливает актуальность исследования амфипод. При экспериментальном откорме молоди семги на рыбоводных заводах живыми рачками *Lagunogammarus oceanicus* и *Gammarus duebeni* было отмечено, что темпы ее роста значительно возрастают. Изучение бокоплавов имеет непосредственное практическое применение

в хозяйственном разведении лососевых пород рыб в Карелии, в том числе и в акватории Белого моря [12].

Бокоплавцы используются для тестовых мониторинговых исследований, так как они являются индикаторами антропогенного воздействия на прибрежные воды [4, 9]. Более того, они способны быстро и направленно реагировать на климатические изменения, происходящие в последнее время особенно резко и непредсказуемо [14]. При этом имеет место изменение видового состава таксоценоза и ранее обычной динамики численности популяций отдельных видов амфипод.

В целях изучения реакции таксоценоза амфипод на климатические изменения в данной статье проводится краткий анализ качественного и количественного состава бокоплавцов акватории Кандалакшского заповедника с 2014 по 2017 г., межгодовой изменчивости их размерно-весовых характеристик. Исследования проводились в охраняемой акватории Кандалакшского заповедника, который можно рассматривать как эталонный природный комплекс для всего Белого моря.

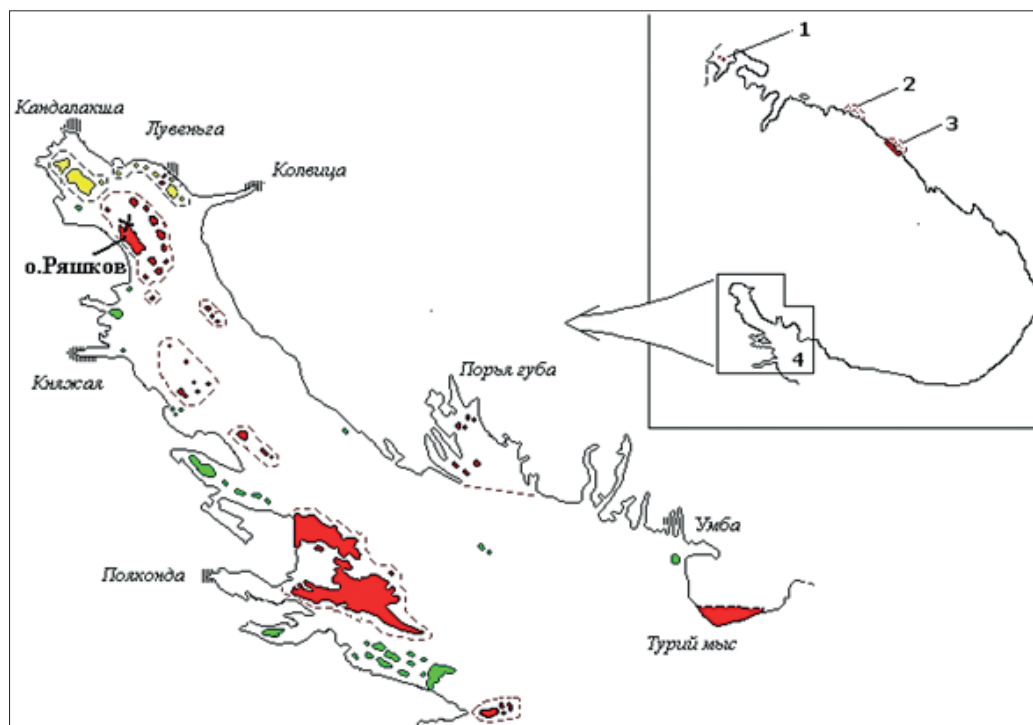
Материалы и методы исследования

Данная работа проводилась в рамках эколого-биологического мониторинга (Летописи природы). Исходный материал собирали 20 июня ежегодно с 2014 по 2017 г. Места сбора — нижний и средний горизонты литорали на юго-восточном мысе Южной губы о. Ряшков Кандалакшского государственного природного заповедника в Мурманской области (см. рис. 1).

Собранных вручную во время отлива амфипод помещали в 4-процентный раствор формалина. Определение рачков осуществлялось по таблицам Н. Л. Цветковой [10]. Фиксировались длина (от конца рострума до основания тельсона) и масса (после обсушивания на фильтровальной бумаге на торсионных весах с точностью до 0,1 мг) тела каждой особи. Половая принадлежность определялась по стандартной методике: у самцов наличие семенных мешков на вентральной части последнего перепанального сегмента, у самок — элементы марсупиальных сумок.

Для установления стадии зрелости самок рачков использовали методику В. Ф. Брызгина [5]: f_0 — не имеется марсупиальных пластинок, f_1 — имеются марсупиальные пластинки без ресничек, f_2 — имеются развитые марсупиальные пластинки, образующие марсупиальную сумку с икрой, f_3 — молодь в марсупиальной сумке, f_4 — с развитыми марсупиальными пластинками без молоди.

Была собрана информация по 134 взрослым и 109 ювенильным особям. Однако большинство выборок не соответствовало закону нормального распределения по критерию Пирсона и Шапиро – Уилка [6] и имело небольшие объемы, поэтому в качестве основного параметра использовалась медиана. Медиана статистически устойчива, например к высказывающим вариантам. Среди непараметрических методов вариационной статистики использовались следующие



Источник: Кандалакшский государственный заповедник (<https://kandalaksha-reserve.ru/>)

Рис. 1. Расположение участков Кандалакшского заповедника и района сбора данных (указан крестиком):

красным цветом отмечены участки со строгим заповедным режимом, желтым — с особым режимом, зеленым — незаповедные острова;

- 1 — Айновы острова, 2 — Гавриловский архипелаг, 3 — архипелаг Семь островов, 4 — заповедные участки в Кандалакшском заливе

критерии: U -критерий Уилкоксона (U -критерий Манна – Уитни), критерий χ^2 (критерий хи-квадрат, или критерий согласия Пирсона), критерий λ (одновыборочный критерий согласия Колмогорова – Смирнова), критерий Краскела – Уоллиса, непараметрический дисперсионный анализ. Обработка данных выполнялась в программах Excel, STATGRAPHICS, PAST.

Результаты исследования

На обследованной литорали Кандалакшского залива Белого моря за весь период наблюдений нами было обнаружено 4 вида гаммарид: *Lagunogammarus oceanicus Segerstrale*, 1947 (наиболее массовый); *Gammarus duebeni Lilljeborg*, 1851; *Gammarus zaddachi Sexton*, 1912; *Marinogammarus obtusatus Dahl*, 1938. Неизменный механизм отбора проб дал возможность провести качественную и количественную оценку видового состава таксоценоза литоральных амфипод (табл. 1).

Таблица 1

Индекс доминирования амфипод в таксоценозе по годам и за весь период исследования

Вид	Год учета				За период 2014–2017 гг.
	2014	2015	2016	2017	
<i>Lagunogammarus oceanicus</i>	0,00	0,77	0,97	0,54	0,56
<i>Gammarus duebeni</i>	1,00	0,23	0,00	0,00	0,31
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	0,00	0,00	0,38	0,11
<i>Marinogammarus obtusatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02

Анализ распределения видов по значимости дает возможность судить о структуре ценоза, качестве условий обитания и напряженности конкурентных отношений [6] (рис. 2).

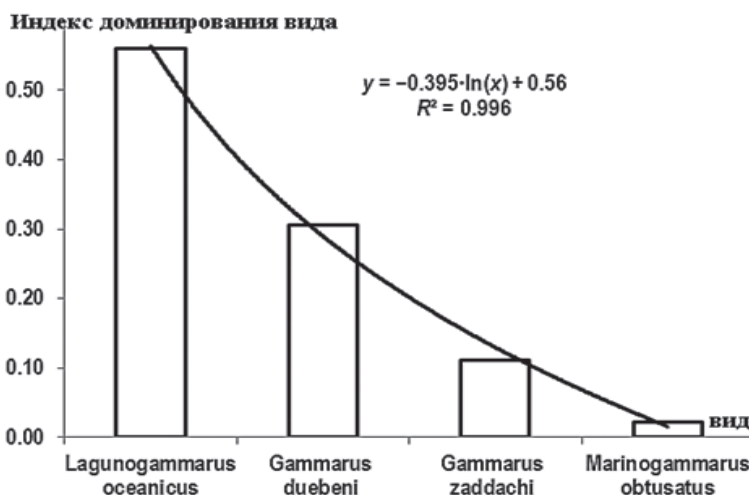


Рис. 2. Модель логнормального распределения видов по значимости за период 2014–2017 гг.

Выравненность отдельных видов амфипод в таксоценозе за период 2014–2017 гг. достоверно описывается с помощью модели логнормального распределения ($p < 0,05$). В случае резкой нестабильности климатических условий может наблюдаться перекрытие ниш и ужесточение конкуренции; взаимное подавление выдерживает небольшое число видов, например *L. oceanicus* и *G. duebeni*. Менее экологически пластичный *Gammarus setosus* в течение четырехлетнего исследования на мониторинговом полигоне о. Ряшков отсутствовал, хотя до 2000 г., когда условия окружающей среды были более стабильными, этот вид встречался.

Достоверных отличий по размерно-весовым характеристикам между самками амфипод двух первых стадий зрелости гонад обнаружено не было (критерий χ^2 Пирсона, $p > 0,05$), поэтому для дальнейшего исследования выборки самок стадий f_0 и f_1 были объединены. Однако варианты с характеристиками

самок стадии f_2 , f_4 и неполовозрелых особей (*juv*) были удалены из рассмотрения, так как выборки слишком маленькие: от 1 до 4 вариант.

На размерно-весовые характеристики амфипод влияет их половая принадлежность. Из рисунка 3 и таблицы 2 можно увидеть, что самцы и самки *Gammarus duebeni* достоверно отличаются по длине и массе тела (*U*-критерий Уилкоксона или *U*-критерий Манна – Уитни, критерий χ^2 Пирсона, $p < 0,05$).

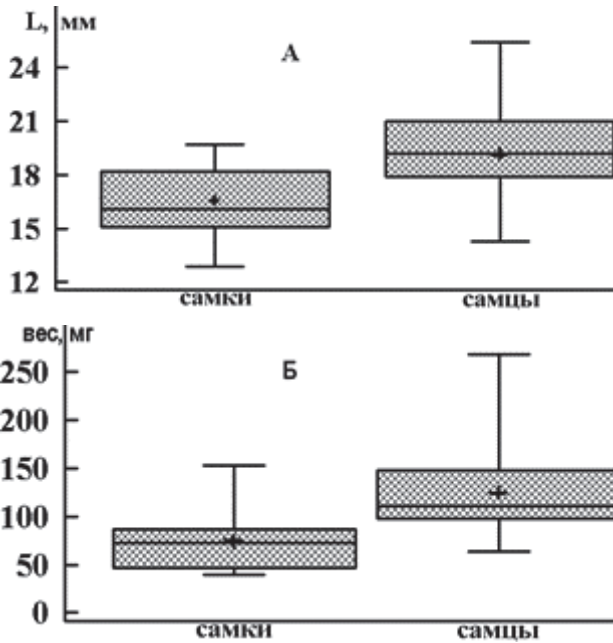


Рис. 3. Отличие самцов и самок *Gammarus duebeni* по длине (А) и массе (Б) тела

Таблица 2

Достоверность отличия самцов и самок амфипод по размерно-весовым характеристикам

Вид*	Характеристика	Критерий		
		<i>U</i> Уилкоксона	χ^2 Пирсона	λ Колмогорова – Смирнова
<i>Lagunogammarus oceanicus</i>	Длина тела, мм	0,006	0,003	0,004
	Масса тела, мг	0,006	0,021	0,012
<i>Gammarus duebeni</i>	Длина тела, мм	0,002	0,033	0,013
	Масса тела, мг	> 0,001	> 0,001	> 0,001

Примечание. * — для двух видов сравнение не проводилось: у *Gammarus zaddachi* только три самца, а вид *Marinogammarus obtusatus* представлен тремя самками (самцов отловлено не было).

Изучение межгодовой изменчивости размерно-весовых характеристик амфипод в таксоценозе за период 2014–2017 гг. было проведено отдельно для самцов и самок *Lagunogammarus oceanicus* за три года (2015, 2016 и 2017), в течение которых представители данного вида были отловлены (см. табл. 1).

Аналогичный анализ для самцов вида *Gammarus duebeni* возможен для 2014 и 2015 г.; амфиподы *Gammarus zaddachi* и *Marinogammarus obtusatus* не учитывались в оценке изменчивости длины и массы тела по годам, так как они были собраны только в 2017 г. (табл. 1).

На рисунке 4 представлены результаты применения непараметрического однофакторного дисперсионного анализа и критерия Краскела – Уоллиса, которые показали достоверные межгодовые отличия *Lagunogammarus oceanicus* по размерно-весовым характеристикам как для самцов, так и для самок ($p < 0,05$).

Однако анализ многолетней изменчивости выборок выявил, что отличия определяются только 2016 г. (рис. 4). Поэтому актуально проводить попарное сравнение выборок для установления межгодовых отличий (табл. 3).

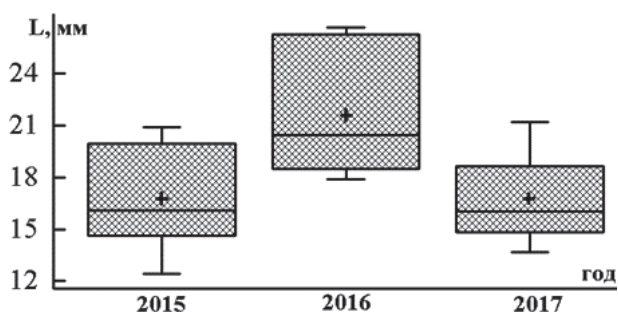


Рис. 4. Отличие самок *Lagunogammarus oceanicus* по длине тела за период 2015–2017 гг.

Таблица 3

Межгодовая изменчивость размерно-весовых характеристик *Lagunogammarus oceanicus* за период 2015–2017 гг.

Сравнение самок							
Длина тела, мм	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Масса тела, мг	2015 г.	2016 г.	2017 г.
2015 г.	1	0,008*	0,95	2015 г.	1	0,048*	0,61
2016 г.	0,007**	1	0,049	2016 г.	0,08**	1	0,37
2017 г.	0,97	0,045	1	2017 г.	0,70	0,62	1
Сравнение самцов							
Длина тела, мм	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Масса тела, мг	2015 г.	2016 г.	2017 г.
2015 г.	1	> 0,001*	0,20	2015 г.	1	0,002*	0,23
2016 г.	0,001**	1	> 0,001	2016 г.	0,012**	1	> 0,001
2017 г.	0,13	0,001	1	2017 г.	0,14	0,003	1

Примечание: * — результаты сравнения по U-критерию Уилкоксона; ** — по λ-критерию Колмогорова – Смирнова; полужирным шрифтом отмечено достоверное отличие.

Достоверные отличия по длине и массе тела самцов и самок *Lagunogammarus oceanicus* выявлены между 2015–2016 и 2016–2017 гг. Значимых отличий между выборками, сформированными в 2015 и 2017 гг. установлено не было. Дополнительно, при сравнении самок по массе тела за период 2015–2017 гг. существенных отличий обнаружено не было, кроме выборок 2015–2016 гг. и только по одному *U*-критерию Уилкоксона.

Анализ межгодовой изменчивости размерно-весовых характеристик амфипод *Gammarus duebeni* проведен для самцов (табл. 4), так как в пробе 2015 г. была обнаружена только одна самка.

Таблица 4

Межгодовая изменчивость размерно-весовых характеристик самцов *Gammarus duebeni* за период 2014–2015 гг.

Длина тела, мм	2014 г.	2015 г.	Масса тела, мг	2014 г.	2015 г.
2014 г.	1	0,001*	2014 г.	1	0,015*
2015 г.	0,013**	1	2015 г.	0,045**	1

Примечание: * — результаты сравнения по *U*-критерию Уилкоксона; ** — по λ -критерию Колмогорова – Смирнова; полужирным шрифтом отмечено достоверное отличие

На примере двух видов *Lagunogammarus oceanicus* и *Gammarus duebeni* выявлена достоверная межгодовая изменчивость особей по длине и массе тела. Год сбора материала может влиять на размерно-весовые характеристики амфипод по причине резких межгодовых климатических изменений окружающей среды в последнее время [14].

Обсуждение результатов исследования

Для оценки реакции морской биоты на климатические изменения выбрали универсальную группу животных, часто используемых для тестовых мониторинговых работ — литоральных амфипод. Как объекты для проведения эколого-биологических исследований амфиподы обладают рядом преимуществ: непродолжительный жизненный цикл; хорошая плодовитость и смена генераций; активное перемещение вдоль градиента оптимальных, непрерывно меняющихся экологических условий; создание многочисленных скоплений; быстрая акклимация и последующая адаптация к резким сезонным и общеклиматическим колебаниям температуры и солености в морских мелководных акваториях, в том числе и на литорали [1, 4].

Бокоплавы используются как индикаторы отклонений условий среды от условной нормы, в том числе под воздействием антропогенного влияния. Проведение исследований на заповедной территории позволило минимизировать значимость антропогенных факторов и оценить степень реакции амфипод на климатические изменения. Изучалась межгодовая изменчивость

качественного и количественного состава литоральных амфипод, динамика их размерно-весовых характеристик на одном из мониторинговых полигонов Кандалакшского заповедника на о. Ряшков.

Таксоценоз амфипод в обследованной литоральной зоне мелководной акватории Кандалакшского залива за период 2014–2017 гг. состоял из доминирующего вида *Lagunogammarus oceanicus*, субдоминанта *Gammarus duebeni*, одного второстепенного — *Gammarus zaddachi* и случайного вида — *Marinogammarus obtusatus*. *Lagunogammarus oceanicus* — эврибионт с высокой степенью экологической пластичности из всех мелководных видов бокоплавов, поэтому его доля в таксоценозах всех амфипод составляла свыше 70 %. Такие свойства, как изменчивость сроков размножения, количества генераций, различий в темпе роста и гетерогенности размерно-возрастных группировок, помогают особям данного вида наиболее успешно, по сравнению с другими видами, занимать доминирующее положение в амфиподном таксоценозе на обследованной литорали [12].

Климатические изменения окружающей среды особенно в последние годы определяют количественное соотношение численности видов амфипод. Например, *Gammarus duebeni* относится к эврибионтам [8, 10], но *Lagunogammarus oceanicus* имеет большую толерантность к степени открытости береговой линии, а значит, и к большей гидродинамической активности, что обеспечивает его доминирующее положение в таксоценозе.

Вышеперечисленные виды амфипод обладают большой экологической и физиологической толерантностью, могут выдерживать широкий диапазон колебаний температуры, солености и кислородного режима. Из всех многочисленных колеблющихся факторов прибрежных вод резче и чаще всех в районе исследований изменяются ветро-волновые. Наблюдается усиление гидродинамической активности волновых струй и потоков, которые постоянно меняют направление и силу поверхностных беломорских вод [14]. В свою очередь, это приводит к изменению качественного и количественного состава бокоплавов и межгодовым флуктуациям их размерно-весовых характеристик. Установленные закономерности межгодовой изменчивости литоральных амфипод можно считать адаптивно-компенсаторными реакциями, повышающими резистентность таксоценоза разноногих ракообразных Белого моря.

Список источников

1. Бек Т. А. Биология литоральных гаммарусов *Gammarus* (*Lagunogammarus*) *oceanicus* Segerstråle, *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *duebeni* Lilljeborg и *Marinogammarus obtusatus* Dahl Белого моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1977. 20 с.
2. Бианки В. В. Питание обыкновенной гаги Белого моря / В. В. Бианки [и др.] // Экология и морфология гаг в СССР. М.: Наука, 1979. С. 126–170.
3. Бианки В. В. Птицы Белого моря: дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 50 с.

4. Богдан В. В., Шкляревич Г. А. Оценка состояния прибрежных экосистем Белого моря по эколого-биологическим и биохимическим показателям у амфипода // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Естественные и технические науки. № 1. 2008. С. 61–73.
5. Брызгин В. Ф. Амфиподы (Amphipoda, Gammaridea) Баренцева моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1973. 19 с.
6. Коросов А. В. Специальные методы биометрии. Петрозаводск, 2007. 364 с.
7. Краснов Ю. В., Шкляревич Г. А., Горяев Ю. В. Географическая и сезонная изменчивость питания обыкновенной гаги *Somateria mollissima* на Белом море // Экологические исследования беломорских организмов. Материалы 2-й Международной конференции 18–22 июля 2007 г. СПб.: ЗИН РАН, 2007. С. 62–63.
8. Луппова Е. Н. Особенности экологии литоральных бокоплавов *Lagunogammarus oceanicus* (Segerstrale, 1947) и *Gammarus duebeni duebeni* (Lilljeborg, 1851) в Баренцевом и Белом морях // Фауна беспозвоночных Карского, Баренцева и Белого морей. Информатика, экология, биогеография. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. С. 240–325.
9. Немова Н. Н., Богдан В. В., Шкляревич Г. А. Амфиподы как индикаторы характера воздействия антропогенных факторов на прибрежные акватории Белого моря // Ученые записки ПетрГУ. № 4 (125). Серия: Естественные и технические науки. 2012. С. 7–12.
10. Цветкова Н. Л. Прибрежные гаммариды северных и дальневосточных морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука, 1975. 257 с.
11. Шкляревич Г. А. Размерный анализ полихеты *Nereis virens* на литорали Кандакшского залива Белого моря // Биология моря. № 1. 1985. С. 65–68.
12. Шкляревич Г. А., Ивантер Э. В., Калюжин С. М. Ихтиологическая карцинология: учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. 133 с.
13. Шкляревич Г. А. Таксономическая и биогеографическая структура литоральных беспозвоночных Кандакшского и Онежского заливов Белого моря // Принципы экологии. № 4. 2013. С. 39–56.
14. Шкляревич Г. А., Шошина Е. В. Водоросли, беспозвоночные и морские травы мелководий Кандакшского залива Белого моря [Электронный ресурс]. 2017. URL: <http://elibrary.petrstu.ru/book.shtml?id=28099&ysclid=11tmmdlvvg> (дата обращения: 10.04.2022).

References

1. Bek T. A. *Biologiya litoralnyh gammarusov Gammarus (Lagunogammarus) oceanicus Segerstråle, Gammarus (Rivulogammarus) duebeni Lilljeborg i Marinogammarus obtusatus Dahl Belogo moray: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 1977. 20 p. (In Russ.)*.
2. Bianki V. V. *Pitanie obyknovennoj gagi Belogo moray / V. V. Bianki [et al.] // Ekologiya i morfologiya gag v SSSR. M.: Nauka, 1979. P. 126–170. (In Russ.)*.
3. Bianki V. V. *Pticy Belogo moray: dis. ... d-ra biol. nauk. SPb., 1993. 50 p. (In Russ.)*.
4. Bogdan V. V., Shklyarevich G. A. *Ocenka sostoyaniya pribrezhnyh ekosistem Belogo morya po ekologo-biologicheskim i biohimicheskim pokazatelyam u amfipoda // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. № 1. 2008. P. 61–73. (In Russ.)*.

5. Bryazgin V. F. Amfipody (Amphipoda, Gammaridea) Barenceva moray: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Petrozavodsk, 1973. 19 s. (In Russ.).
6. Korosov A. V. Special'nye metody biometrii. Petrozavodsk, 2007. 364 s. (In Russ.).
7. Krasnov Yu. V., Shklyarevich G. A., Goryaev Yu. V. Geograficheskaya i sezonnaya izmenchivost' pitaniya obyknovennoj gagi Somateria mollissima na Belom more // Ekologicheskie issledovaniya belomorskih organizmov. Materialy 2-j mezhdunarodnoj konferencii 18–22 iyulya 2007. SPb.: ZIN RAN, 2007. P. 62–63. (In Russ.).
8. Luppova E. N. Osobennosti ekologii litoral'nyh bokoplavov Lagunogammarus oceanicus (Segerstrale, 1947) i Gammarus duebeni duebeni (Lilljeborg, 1851) v Barencevom i Belom moryah // Fauna bespozvonochnyh Karskogo, Barenceva i Belogo morej. Informatika, ekologiya, biogeografiya. Apatity: Izd-vo KNC RAN, 2003. P. 240–325. (In Russ.).
9. Nemova N. N., Bogdan V. V., Shklyarevich G. A. Amfipody kak indikatory haraktera vozdeystviya antropogennyh faktorov na pribrezhnye akvatorii Belogo morya // Uchenye zapiski PetrGU. № 4 (125). Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2012. P. 7–12. (In Russ.).
10. Cvetkova N. L. Pribrezhnye gammaridy severnyh i dalnevostochnykh morej SSSR i sopredel'nyh vod. L.: Nauka, 1975. 257 p. (In Russ.).
11. Shklyarevich G. A. Razmernyj analiz polihety Nereis virens na litorali Kandalakshskogo zaliva Belogo morya // Biologiya morya. № 1. 1985. P. 65–68. (In Russ.).
12. Shklyarevich G. A., Ivanter E. V., Kalyuzhin S. M. Ihtiologicheskaya karcinologiya: uchebnoe posobie. Petrozavodsk: PetrGU, 2008. 133 p. (In Russ.).
13. Shklyarevich G. A. Taksonomicheskaya i biogeograficheskaya struktura litoral'nyh bespozvonochnyh Kandalakshskogo i Onezhskogo zalivov Belogo morya // Principy ekologii. № 4. 2013. P. 39–56. (In Russ.).
14. Shklyarevich G. A., Shoshina E. V. Vodorosli, bespozvonochnye i morskije travy melkovodij Kandalakshskogo zaliva Belogo morya [Elektronnyj resurs]. 2017 (In Russ.). URL: <http://elibrary.petrso.ru/book.shtml?id=28099&ysclid=11tmmdlvyg> (accessed: 10.04.2022).

УДК 581.1

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.02

Людмила Владимировна Назаренко¹,
Наталья Викторовна Загоскина²

¹ Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

² Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН,
Москва, Россия

БИОФЛАВОНОИДЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Аннотация. Одними из наиболее распространенных растительных метаболитов являются флавоноиды, которые в последние годы часто называют биофлавоноидами. В обзоре представлены данные по их классификации, биологической активности, распространению и компартментации, а также по практическому применению для здоровьесбережения населения. Отмечены антиоксидантные свойства биофлавоноидов, выраженные не только в растениях, для которых характерен их биосинтез и накопление, но и в организме человека, куда они поступают по пищевым цепям. Благодаря высокой биологической активности эти соединения вторичного метаболизма находят широкое применение в медицине и фармакологии при лечении заболеваний различной этиологии.

Ключевые слова: высшие растения, фенольные соединения, биофлавоноиды, биологическая активность, практическое применение

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (ИФР РАН, № 122042600086-7).

UDC 581.1

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.02

Lyudmila Vladimirovna Nazarenko¹,
Natalya Viktorovna Zagoskina²

¹ Moscow City University,
Moscow, Russia

² Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS,
Moscow, Russia

BIOFLAVONOIDS OF HIGHER PLANTS

Abstract. Some of the most common plant metabolites are flavonoids, which in recent years are often called bioflavonoids. The review presents data on their classification, biological activity, distribution and compartmentation, as well as practical application for preserving public health. The antioxidant properties of bioflavonoids are noted,

expressed not only in plants, which are characterized by their biosynthesis and accumulation, but also in the human body, where they enter through the food chain. Due to their high biological activity, these compounds of secondary metabolism are widely used in medicine and pharmacology in the treatment of diseases of various etiologies.

Keywords: higher plants, phenolic compounds, bioflavonoids, biological activity, practical application

Acknowledgements: the work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (IGF RAS, No. 122042600086-7).

Введение

Наряду с фотосинтезом, для растений характерно образование различных вторичных метаболитов (алкалоиды, терпеноиды, фенольные соединения и др.), функциональная роль которых ранее считалась не столь необходимой в поддержании их жизнедеятельности, в отличие от первичных метаболитов (углеводы, аминокислоты, белки и др.) [7].

Первые термин «вторичные метаболиты» был использован в 1910 году немецким биологом, лауреатом Нобелевской премии Альбрехтом Косселем [19]. Этот термин до сих пор широко распространен в литературе, хотя в последние годы для обозначения подобных веществ начали использовать другое название — «специализированные метаболиты» [5].

К числу наиболее распространенных вторичных метаболитов принадлежат фенольные соединения или полифенолы, которые присутствуют практически во всех клетках растений [7, 23]. Известно, что на образование полифенолов направляется около 20 % углерода, поступившего в растения в результате процесса фотосинтеза [7].

В настоящее время известно более 10 000 соединений фенольной природы, из которых более 50 % приходится на долю флавоноидов [23, 32]. Поскольку образование этих соединений является неотъемлемой частью метаболизма растений, то в последнее время их часто называют «биофлавоноидами». Этот термин успешно используется не только в научной литературе, но и на практике. Его употребляют в фармакологии, косметологии, пищевой промышленности, когда сообщается о присутствии флавоноидов в рекомендуемых препаратах и промышленных продуктах [4, 14].

Строение, классификация и свойства биофлавоноидов

Для всех фенольных соединений характерно наличие бензольного кольца и свободных гидроксильных групп (см. рис. 1).

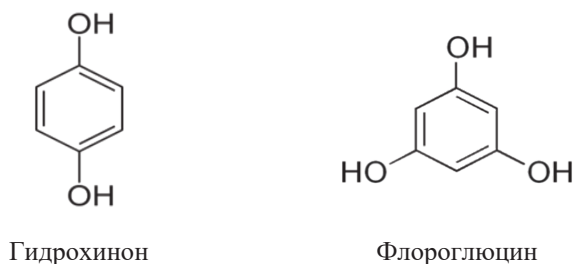


Рис. 1. Структурные формулы простых по структуре фенольных соединений

Для флавоноидов характерно наличие двух бензольных колец, обозначаемых буквами *A* и *B* (рис. 2). Они объединены тремя атомами углерода, которые при участии атома кислорода формируют гетероцикл, или третье кольцо, обозначаемое буквой *C*. Эта аббревиатура используется как в отечественной, так и в зарубежной литературе в отношении структурных формул флавоноидов [7, 32].

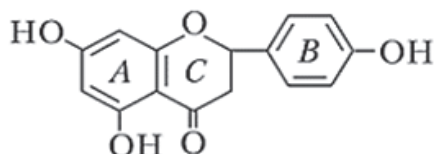


Рис. 2. Структурная формула одного из флавоноидов — нарингенина

В составе флавоноидов присутствует 15 атомов углерода, то есть они содержат высокое количество этого важного и значимого для растений элемента. Эти соединения вторичного метаболизма обозначают как С6–С3–С6 соединения [7, 23].

Флавоноиды, число которых в настоящее время превышает 6000 соединений, подразделяют на десять классов (рис. 3). Это флавоны, флаваны, антоцианы, халконы, ауруны, неофлавоноиды, изофлавоны (изофлавоноиды), флаванолы, флавонолы, флаваноны.

Классификация всех соединений флавоноидной природы основана на степени окисленности/восстановленности кольца *C* (объединяет ароматические кольца *A* и *B*), то есть на особенностях структуры молекул в области атомов углерода 2, 3 и 4. Эта группа атомов может формировать между собой двойные связи, присоединять гидроксильные группы, создавать пяти- или шестичленное гетероциклическое кольцо *C* [23]. Кроме того, дополнительные бензольные кольца могут быть присоединены к последним атомам углеродной цепи кольца *C* в положении 3.

В настоящее время достигнут существенный прогресс в изучении строения и химических свойств различных флавоноидов. Этому посвящено значительное число научных исследований [4, 17, 25]. Некоторые вопросы,

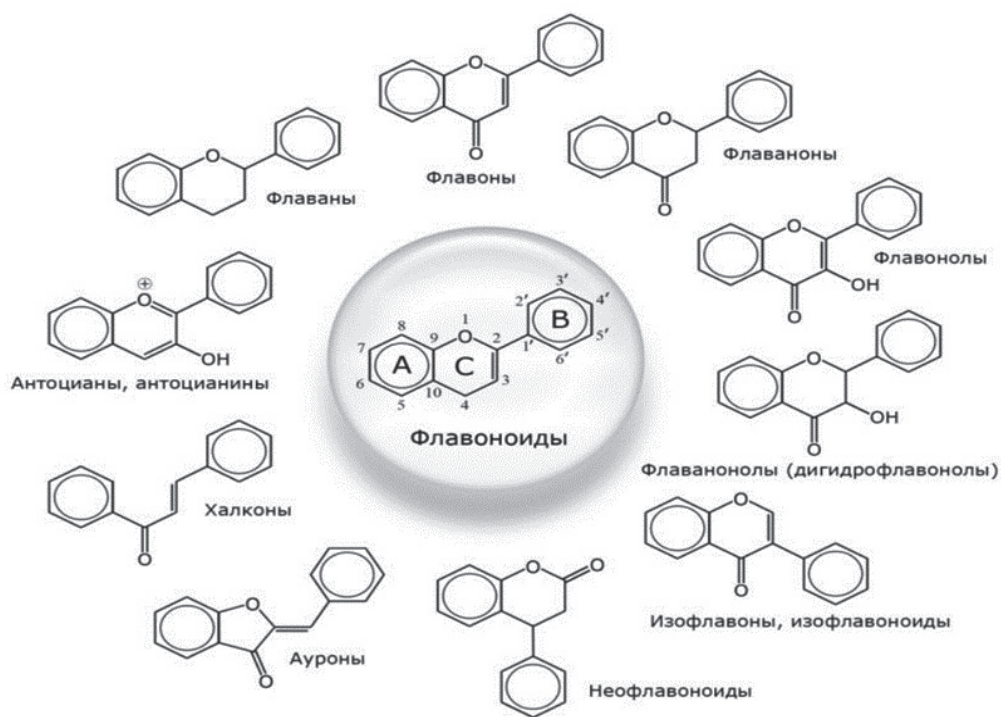


Рис. 3. Основные классы флавоноидов
(по: Тараховский и др., 2013, с изменениями и дополнениями) [23]

касающиеся получения этих соединений вторичного метаболизма и изучения их свойств, отражены в учебниках [6, 16, 19, 23].

В большинстве случаев флавоноиды — это кристаллические вещества, без запаха [8]. Многие из них не имеют окраски (бесцветны). Однако желтый цвет характерен для флаванолов, халконов, флавонов и ауронов. Широко распространенным в растениях антоцианидинам и антоцианам присущ синий или красный цвет, который обусловлен рН среды: кислая среда — красный цвет, щелочная среда — синий цвет. Такое цветовое многообразие соединений флавоноидной природы обуславливает различную окраску цветков растений, а также их листьев.

Одним из характерных для флавоноидов свойств является их способность к окислению, что является предметом значительного внимания исследователей к изучению этого процесса [31, 32, 40]. В результате способности к окислению происходит формирование разнообразных веществ, в том числе сложных полимеров фенольной природы [8].

Важным свойством фенольных соединений, в том числе флавоноидов, является способность к взаимодействию с тяжелыми металлами [8, 32, 35]. Эффективными комплексообразователями являются флавоны и флаванолы. Разнообразие антоциановой окраски растительных тканей, особенно их цветков,

также является следствием взаимодействия этих метаболитов с ионами металлов (преимущественно Fe, Al и в меньшей степени — Mg, Ca).

Таким образом, флавоноиды или биофлавоноиды — это многочисленный класс природных соединений фенольной природы, характеризующийся значительным структурным разнообразием и высокой биологической активностью.

Биосинтез флавоноидов

Флавоноиды синтезируются двумя основными путями: шикиматным и ацето-малонатным (поликетидным), которые хорошо изучены [7, 8, 22, 23, 32].

При шикиматном пути из фосфоенолпирувата и эритрозо-4-фосфата через несколько промежуточных стадий происходит образование шикимовой кислоты, которая и дала ему это название (рис. 4). В результате ее последующих превращений образуется *L*-фенилаланин — основной предшественник фенольных соединений, синтезирующихся в растении. Именно из него образуются оксикоричные кислоты — необходимые метаболиты для последующего образования флавоноидов [32].

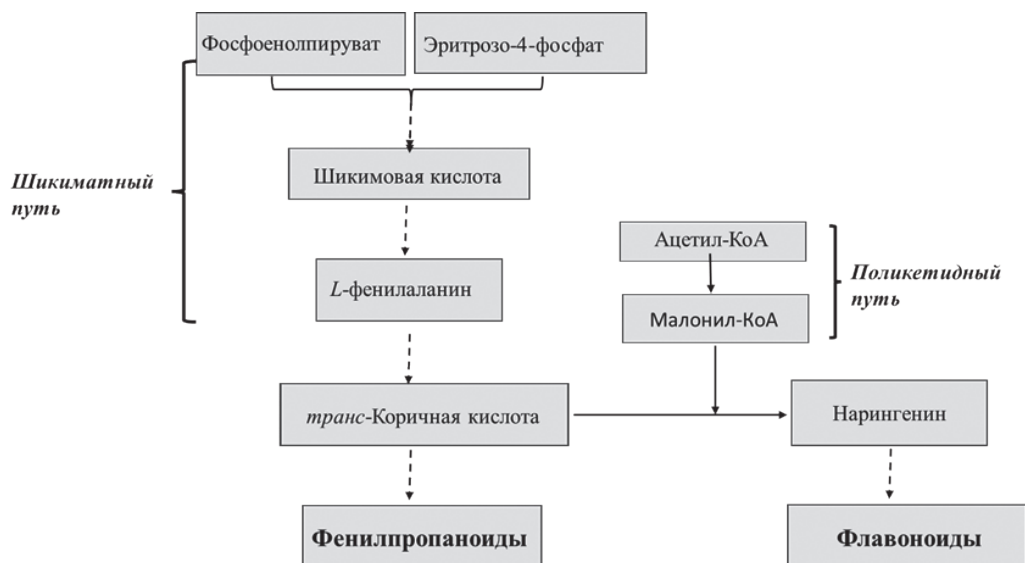


Рис. 4. Основные этапы биосинтеза различных классов фенольных соединений

При образовании флавоноидов важная роль принадлежит халконсинтазе, при участии которой из метаболитов фенилпропаноидного (*p*-кумарил-КоА) и поликетидного (ацетато-малонатного) путей, образуется халкон — предшественник всех соединений флавоноидной природы (рис. 4 и 5).

Достигнуты большие успехи в изучении генов фенольного метаболизма, а также известно о молекулярных маркерах, по которым можно идентифицировать растения-продуценты этих специализированных метаболитов [7, 27, 40].

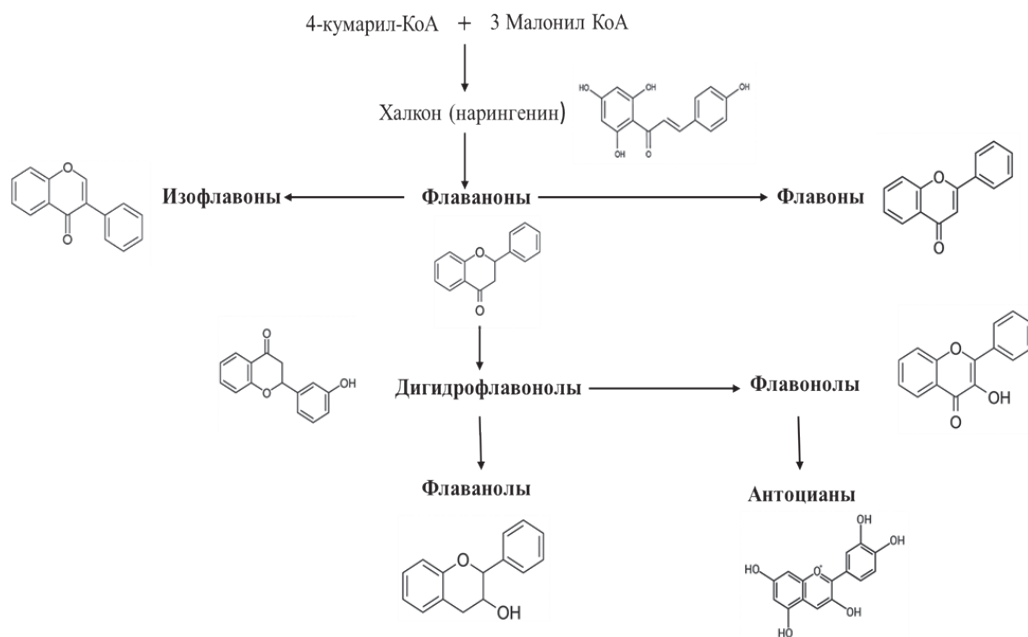


Рис. 5. Биосинтез основных классов флавоноидов (по: Dias et al., 2021; с изменениями и дополнениями) [32]

Распространение флавоноидов

Флавоноиды встречаются практически во всех высших растениях [5, 7, 23]. В большинстве случаев их содержание составляет 0,5–5 %, но может достигать и 30 % (цветки софоры японской, молодые листья чая). При этом флавоноиды могут находиться либо в так называемом свободном состоянии, то есть в виде агликонов, либо в связанном — в комплексе с другими растительными метаболитами, чаще всего углеводами. К их числу относится рутин, который представляет собой гликозид флавоноида кверцетина (рис. 6).

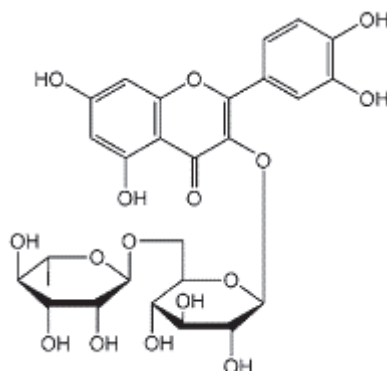


Рис. 6. Структурная формула рутина (кверцетин-3-О-рутинозид)

Биофлавоноиды широко распространены в растениях следующих семейств: астровые (расторопша пятнистая, бессмертник песчаный, пижма обыкновенная, душица обыкновенная); бобовые (софора японская, солодка голая, астрагал шерстистоцветковый, донник лекарственный); розоцветные (различные виды шиповников, лапчаток и боярышников, кровохлебка, манжетка, черемуха, малина, вишня); яснотковые (мята перечная, пустырник сердечный, шалфей лекарственный); гречишные (ревень пальчатый, различные виды горцев, гречиха); рутовые (лимон, апельсин, мандарин, рута душистая); крыжовниковые (черная смородина) [20]. Все они успешно используются в качестве компонентов пищевого рациона человека, а также фармакологически ценных метаболитов для здоровьесбережения населения [32].

Флавоноиды накапливаются преимущественно в надземных органах растений (листья, цветки, плоды) и в значительно меньших количествах — в стеблях и подземных органах [19, 40]. Особенно богаты флавоноидами плоды шиповника, боярышника, кофе, софоры, а также листья чая, фиалки, руты, душицы. В корнях и корневищах их количество в большинстве случаев невелико, но есть и исключения. Так, в подземных органах шлемника байкальского, солодки голой, родиолы розовой, щитовника мужского отмечено высокое содержание различных флавоноидов [2].

Необходимо отметить, что содержание флавоноидов зависит от вида и сортовой принадлежности растений [24]. Данные о количественном содержании флавоноидов в растениях пищевого назначения (овошах, зелени, фруктах, ягодах и др.) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание флавоноидов в растениях пищевого назначения

(по: Тутельяну и Лашневой, 2013; с дополнениями) [24]

Растение	Содержание флавоноидов, мг / 100 г
Каперсы	500
Шафран	200
Петрушка	200
Укроп	70
Капуста кале (листовая)	70
Листья кориандра	50
Красный лук	35
Лук репчатый	20
Бузина	27
Брокколи, репа зеленая, лук-батун, лук-резанец, перец острый, салат латук, спаржа, шпинат, цикорий, горошек зеленый	10–20
Голубика, брусника, клюква	7,4–15,8
Артишок, брюква, перец сладкий зеленый, сельдерей, душица, розмарин, мята перечная, тимьян обыкновенный, шалфей	2–20

Растение	Содержание флавоноидов, мг / 100 г
Яблоки, груши, абрикосы, инжир, сливы, вишня, черешня, черный виноград	1,5–5,5
Виноград красный, киви, дыня, лимон, манго, грейпфрут розовый	0,2–1,9
Малина	1
Баклажаны, кабачки, помидоры, морковь, свекла, огурцы	Менее 1 мг

Кроме того, немаловажное значение имеют происхождение, условия и место и т. д. выращивания самих растений, а также лабораторные методы выделения этих соединений. Сведения о распространении биофлавоноидов в растениях и их количестве, а также об их структуре и свойствах можно найти в базах данных Министерства сельского хозяйства США (USDA; USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, выпуск 3.2, 2015 г.) и Phenol-Explorer (PE; www.phenol-explorer.eu).

Важное значение имеет не только общее содержание флавоноидов в растениях, но и их состав [2, 5, 7]. Такие биофлавоноиды, как кверцетин, катехины, кверцитрин и кемпферол, встречаются в значительных количествах в листьях чая. Антоцианами, такими как керацианин, цианин, богаты плоды бузины, черники, вишни, цветки васильков, трава фиалки трехцветной. Флавоны и флавонолы (гесперидин, диосцин, рутин, кверцетин, апигенин) содержатся в плодах боярышника и рябины черноплодной, кожуре цитрусовых, цветках бессмертника. Флавононы и халконы (ликвиритин, изоликвиритин, лакризид, глаброзид) содержатся в корне солодки.

Некоторые флавоноиды могут рассматриваться в качестве своеобразной визитной карточки отдельных видов растений. Например, в молодых листьях гречихи — это фагопирины, в листьях чая — катехины, в алоэ — алоэнин и алоэ-эмодин [3, 9, 10, 12].

Некоторые представители флавоноидов придают окраску тканям и органам растений. В определенной степени это может быть следствием их накопления в клетках эпидермиса (в среднем до 85 % от суммы флавоноидов), что характерно для тканей и органов растений, имеющих различную окраску [5].

При накоплении антоцианов лепестки цветков могут иметь красный (шиповник) или синий (василек) цвет. Желтая окраска определяется не только наличием в них каротиноидов, но и гликозидами флавонолов, ауронами и халконами (бессмертник песчаный, пижма обыкновенная).

Фенольные биоантиоксиданты и их роль

Биофлавоноиды могут выполнять в растениях множество различных жизненно важных функций [7, 31, 34, 39]. Они принимают непосредственное участие в процессах роста и развития; отвечают за репродукцию и энергетический

обмен; обуславливают окраску цветков, плодов и семян; являются хелаторами тяжелых металлов; защищают растения от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, в том числе и от вирусов [30, 36, 37]. Особая роль принадлежит им как низкомолекулярным антиоксидантам, участвующим в защитных механизмах при окислительном стрессе, который развивается в ответ на действие разнообразных биотических и абиотических факторов [16, 38].

Как уже отмечалось ранее, высокая реакционная активность фенольных соединений связана с особенностями их строения, а именно наличием гидроксильных групп в молекуле [7]. Биофлавоноиды быстро вступают в свободно радикальные реакции, которые развиваются при окислительном стрессе, тем самым они могут нейтрализовать активные формы кислорода и тормозить окисление липидов клеточных мембран [18, 34]. Например, катехин и рутин могут работать как ловушки гидроксил-радикала, обрывая дальнейшее развитие цепных реакций; кверцетин обладает способностью замедлять продукцию супероксидного анион-радикала [28]. Следовательно, биофлавоноиды, взаимодействуя с гидроксильным и супероксидным радикалами, предотвращают развитие перекисного окисления липидов в клетках растений.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что биофлавоноиды могут выступать в роли полифункциональных протекторов растений — низкомолекулярных антиоксидантов, осмопротекторов, хелаторов тяжелых металлов; могут экранировать солнечную инсоляцию и УФ-лучи, а также, вероятно, передавать клеточные сигналы. При этом увеличение их содержания в ответ на воздействие стрессоров — это неспецифическая реакция растений [35].

Применение биофлавоноидов

Как уже отмечалось выше, антиоксидантная активность биофлавоноидов определяется их способностью поглощать свободные радикалы и уменьшать их образование. Это привело к тому, что эти малотоксичные растительные метаболиты применяются на практике для профилактики и лечения заболеваний, вызванных окислительным стрессом [23, 28, 43]. Они замедляют и предупреждают атеросклероз сосудов, ишемическую болезнь сердца, гипертонию, а также диабет II типа, катаракту, ревматоидный артрит, то есть различные формы свободнорадикальной патологии. Отмечено их антиаллергенное, противовирусное, антиканцерогенное, противовоспалительное и сосудорасширяющее действие [16, 39, 42]. Их рассматривают в качестве эффективных иммуномодуляторов для поддержания жизнедеятельности человека [26, 29]. Показано участие флавоноидов в активации иммунного ответа клеток человека на заражение коронавирусом (SARS-CoV-2) [33, 41].

Большое внимание уделяется изучению антимикробных свойств флавоноидов. Установлено ингибирующее действие кверцетина на грамположительные бактерии, а флавонов и халконов — на стафилококк [23]. Такое соединение флавоновой природы, как эпигаллокатехин-галлокатехин, присутствующий в высоких количествах в растениях чая, проявляет антимикробные свойства в отношении стафилококков, стрептококков и *Escherichia coli* [11].

Различные представители флавоноидов проявляют Р-витаминную капилляроукрепляющую активность (от *лат.* *permeare* — проникать). Они укрепляют кровеносные капилляры и нормализуют их проницаемость, а эффективность этого процесса возрастает при одновременном употреблении аскорбиновой кислоты [1, 7, 13]. В этом случае в качестве лекарственных средств обычно используют кверцетин или его гликозидованную форму — рутин. При этом для катехинов, лейкоантоцианов и антоцианов установлена даже более высокая их активность [23].

У флавонов и флавонолов Р-витаминная активность ниже, хотя при их поступлении в организм человека отмечено уменьшение количества холестерина в крови [21]. Следовательно, эти соединения флавоноидной природы проявляют гипохолестеринемическое и противоатеросклеротическое действие. Флавоны, кумарины и антрахиноны оказывают выраженный спазмолитический эффект, а их воздействие на гладкую мускулатуру кишечника и бронхи было сравнимо с эффектом папаверина.

Все вышеизложенное свидетельствует о значительном разнообразии биологической активности флавоноидов, что может быть показателем существенных отличий в структуре этих веществ и, как следствие, физико-химических свойств. Благодаря их многостороннему воздействию на организм человека (свыше 40 видов биологической активности), нетоксичности и широкой распространенности в природе эти соединения вторичного метаболизма считают регуляторами многих биохимических процессов, а также факторами-модификаторами биологического ответа в организме.

Согласно литературным данным, перспективными источниками биофлавоноидов являются лекарственные растения, изучение и применение которых в настоящее время можно отнести к одним из перспективных направлений в области фармакогнозии, фармации и медицины.

Заключение

Флавоноиды являются уникальными вторичными метаболитами, образование которых характерно для большинства высших растений. Им принадлежит важная роль в жизнедеятельности многих биологических систем, в том числе и человека. Благодаря характерной для флавоноидов высокой

антиоксидантной активности, они все более успешно и широко используются в различных областях народного хозяйства. Их рассматривают как эффективные непитательные компоненты некоторых пищевых продуктов, чая, вина и других напитков, а также специй, эфирных масел, многих косметических субстанций. Несмотря на то что биосинтез фенольных соединений, в том числе флавоноидов, достаточно полно изучен, их функциональная роль в высших растениях выяснена, вопросы изучения их биологической активности до сих пор остаются предметом оживленной дискуссии и пристального внимания как ученых, так и практиков.

Подводя итог данному обзору, хотелось бы подчеркнуть необходимость изучения и уточнения функциональной роли флавоноидов не только в растениях, но и в других организмах, куда они поступают по пищевым цепям и участвуют в регуляции метаболических процессов.

Эти исследования особенно важны и необходимы при разработке/создании новых лекарственных препаратов для лечения и профилактики заболеваний, протекающих на фоне окислительного стресса. Это направление можно рассматривать в качестве приоритетного направления сохранения жизнедеятельности человека.

Исследование биологической активности, структурно-функциональных характеристик и физико-химических свойств растительных полифенолов, в том числе биофлавоноидов, необходимо не только для углубления фундаментальных знаний об их химии и физиологических функциях, но и для расширения области их применения как в качестве лекарственных препаратов, так и в качестве пищевых и технологических добавок.

Список источников

1. Базарнова Ю. Г., Иванченко О. Б. Исследование состава биологически активных веществ экстрактов дикорастущих растений // Вопросы питания. 2016. № 85 (5). С. 100–107.
2. Бахтенко Е. Ю., Курапов П. Б. Многообразие вторичных метаболитов высших растений. Вологда: МакросПринт, 2008. 265 с.
3. Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск, 2004. 240 с.
4. Гучко, А. С., Жерносек, А. В., Поддубная, О. В. Химические аспекты биофлавоноида — витамина Р // Химия и жизнь: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный ун-т., 2022. С. 78–82.
5. Загоскина Н. В., Назаренко Л. В. Вторичные метаболиты растений и биотехнология. М.; Ярославль: Филигрань, 2019. 155 с.
6. Загоскина Н. В. Биотехнология: учебник и практикум для бакалавриата. 4-е изд. / Н. В. Загоскина [и др.]. М.: Юрайт, 2023. 285 с.
7. Запрометов М. Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 271 с.
8. Запрометов М. Н. Основы биохимии фенольных соединений. М.: Высшая школа, 1974. 214 с.

9. Зубова М. Ю. Влияние микроэлементов на накопление биофлавоноидов в растениях чая / М. Ю. Зубова [и др.] // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2023. № 1 (49). С. 47–56. DOI: 10.25688/2076-9091.2023.49.1.4
10. Казанцева В. В. Особенности образования фенольных соединений в проростках гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench) различных сортов / В. В. Казанцева [и др.] // Сельхоз. Биология. 2015. Т. 50. № 5. С. 611–619. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.611rus
11. Караулов, А. В., Калюжин О. В. Иммуноterapia инфекционных болезней: проблемы и перспективы // Терапевтический архив. 2013. Т. 85. № 11. С. 100–108.
12. Лапшин П. В., Назаренко Л. В., Загоскина Н. В. Изменения в содержании фенольных соединений в листьях *Aloe vera* и *Aloe arborescens* при действии низкой температуры // Субтропическое и декоративное садоводство. 2021. № 79. С. 125–133. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-79-125-132
13. Леонтьева, Н. В., Ветровой О. В. Сравнительная характеристика антиоксидантной активности дигидрохверцетина, витамина С, нефромона плюс, валемидина плюс, полиоксидония // Актуальные проблемы теоретической и клинической медицины. 2022. № 36 (2). С. 41–47.
14. Макеева И. М., Байкулова С. Б. Биофлавоноид CITROX: свойства, способы применения, перспективы // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 1–3 (103). С. 43–45. DOI: 10.23670/IRJ.2021.103.1.061
15. Назаренко Л. В., Загоскина Н. В. Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2016. № 2 (22). С. 9–23.
16. Назаренко Л. В., Загоскина Н. В. Вторичные метаболиты растений: распространение, история изучения, практическое применение // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2019. № 2. С. 8–19. DOI: 10.25688/2076-9091.2019.34.2.1
17. Назарова, В. Д., Саликова, Н. С., Бектемисова А. Выделение и идентификация флавоноидов из растения *Linosyris villosa* // Химический Журнал Казахстана. 2020. Т. 3 (7). С. 236–246.
18. Никерова К. М. Активные формы кислорода и компоненты антиоксидантной системы — участники метаболизма растений. Взаимосвязь с фенольным и углеводным обменом / К. М. Никерова [и др.] // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2021. № 3. С. 5–20. DOI: 10.17076/eb1312
19. Носов А. М. Вторичный метаболизм // Физиология растений. учебник для вузов / А. М. Носов [и др.]; под ред. И. П. Ермакова. М.: Академия, 2005. С. 588–619.
20. Пояркова Н. М., Сапарклычева С. Е. Физиологическая роль фенольных соединений // Аграрное образование и наука. 2019. № 4. С. 1–6.
21. Сидоренко Д. В., Деннер В. А., Федюнина П. С. Биохимическое действие флавоноидов на организм человека, и перспектива в изучении отдельных видов растительного сырья на Южном Урале // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2016. № 8. С. 46–49.
22. Стрыгина К. В. Синтез флавоноидных пигментов в зерновке у представителей Роасае: общие закономерности и исключения в гомологических рядах Н. И. Вавилова // Генетика. 2020. № 56 (11). С. 1304–1319. DOI: 10.31857/S0016675820110090
23. Тараховский Ю. С. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю. С. Тараховский [и др.]. Пушино: Synchronobook, 2013. 310 с.

24. Тутельян В. А., Лашнева Н. В. Биологически активные вещества растительно-го происхождения. Флавонолы и флавоны: распространенность, источники в рационе питания и потребление // Вопросы питания. 2013. № 82 (1). С. 4–22.
25. Усманов И. Ю. Комплексы флавоноидов *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench олиготрофных болот средней Оби / И. Ю. Усманов [и др.] // Вестник Нижегородского государственного университета. 2019. № 2. С. 59–71. DOI: 10.36906/2311-4444/19-2/08
26. Хаитов Р. М. Современные иммуномодуляторы, классификация, механизм действия // Российский аллергологический журнал. 2005. № 4. С. 30–35.
27. Хлесткина Е. К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 4 (2). С. 1044–1054.
28. Чупахина Г. Н. Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области: монография / Г. Н. Чупахина [и др.]. Калининград: БФУ им. И. Канта, 2016. 145 с.
29. An H. H., Bischoff F. A., Vochum B. S. Immunosuppressive activity of buxidin and E-buxenone from *Buxus hyrcana* // Phytochemistry. 2015. № 6. P. 487–491. DOI: 10.1111/j.1747-0285.2009.00906.x
30. Bidel L. P. R. Biological activity of phenolics in plant cells / L. P. R. Bidel [et al.] // Recent Advances Polyphenol Research / Eds C. Cantos-Buelga, M. T. Escrivá-Bailón, V. Lattanzio. USA, Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. V. 2. P. 163–205. DOI: 10.1002/9781444323375.ch6
31. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review // Ann. Bot. 2003. Vol. 91. P. 179–194. DOI: 10.1093/aob/mcf118
32. Dias M. C., Pinto D. C., Silva A. M. Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity // Molecules. 2021. № 26 (17). P. 5377. DOI: 10.3390/molecules26175377
33. El-Missiri M. A. Polyphenols are potential nutritional adjuvants for targeting COVID-19 / M. A. El-Missiri [et al.] // Phytotherapy Research. 2021. № 35 (6). P. 2879–2889. DOI: 10.1002/ptr.6992
34. Gill S. S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // Plant Physiol. and Biochem. 2010. Vol. 48. P. 909–930. DOI: 10.1016/j.plaphy.2010.08.016
35. Goncharuk, E. A., Zagorskina, N. V. Heavy Metals, Their Phytotoxicity, and the Role of Phenolic Antioxidants in Plant Stress Responses with Focus on Cadmium // Molecules. 2023. № 28 (9). P. 3921. DOI: 10.3390/molecules28093921
36. Harborne, J. B., Williams, C. A. Advances in flavonoid research since 1992 // Phytochemistry. 2000. № 55. P. 481–504. DOI: 10.1016/s0031-9422(00)00235-1
37. Mierziak J., Kostyn K., Kulma A. Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment // Molecules. 2014. Vol. 19. Iss: 10, P. 16240–16265. DOI: 10.3390/molecules191016240
38. Naikoo M. I. Role and regulation of plants phenolics in abiotic stress tolerance: an overview / M. I. Naikoo [et al.] // Plant signaling molecules. Woodhead Publ. 2019. P. 157–168. DOI: 10.1016/b978-0-12-816451-8.00009-5
39. Rio D. Polyphenols and health: what compounds are involved? / D. Rio [et al.] // Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2010. № 20. P. 1–6. DOI: 10.1016/j.numecd.2009.05.015

40. Shen, N. Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity / N. Shen [et al.] // Food Chemistry. 2022. P. 132531. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.132531
41. Solnier J., Fladerer J. P. Flavonoids: A complementary approach to conventional therapy of COVID-19? // Phytochemistry Reviews. 2021. № 20 (4). P. 773–795. DOI: 10.1007/s11101-020-09720-6
42. Tungmunnithum D. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: an overview / D. Tungmunnithum [et al.] // Medicines. 2018. № 5. P. 93. DOI: 10.3390/medicines5030093
43. Ververidis F. Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical diversity, impacts on plant biology and human health / F. Ververidis [et al.] // Biotechnol. J. 2007. № 2. P. 1214–1234. DOI: 10.1002/biot.200700084

References

1. Bazarnova Yu. G., Ivanchenko O. B. Study of the composition of biologically active substances in extracts of wild plants // Problems of nutrition. 2016. № 85 (5). P. 100–107. (In Russ.).
2. Bakhtenko E. Yu., Kurapov P. B. Variety of secondary metabolites of higher plants. Vologda: MakrosPrint, 2008. 265 p. (In Russ.).
3. Vysochina G. I. Phenolic compounds in the systematics and phylogeny of the buckwheat family. Novosibirsk, 2004. 240 p. (In Russ.).
4. Guchko, A. S., Zhernosek, A. V., Poddubnaya, O. V. Chemical aspects of the bioflavonoid — vitamin P // Chemistry and life: Collection. international articles scientific-practical conf. Novosibirsk: Novosib. state agrarian univ., 2022. P. 78–82. (In Russ.).
5. Zagoskina N. V., Nazarenko L. V. Secondary plant metabolites and biotechnology. M.; Yaroslavl: Filigran, 2019. 155 p. (In Russ.).
6. Zagoskina N. V. Biotechnology: textbook and workshop for undergraduate students. 4th edition / N. V. Zagoskina [et al.]. M.: Yurayt, 2023. 285 p. (In Russ.).
7. Zaprometov M. N. Phenolic compounds: distribution, metabolism and functions in plants. Moscow: Nauka, 1993. 271 p. (In Russ.).
8. Zaprometov M. N. Fundamentals of biochemistry of phenolic compounds. Moscow: Graduate School, 1974. 214 p. (In Russ.).
9. Zubova M. Yu. Influence of trace elements on the accumulation of bioflavonoids in tea plants / M. Yu. Zubova [et al.] // Vestnik MGPU. Series: Natural Sciences. 2023. № 1 (49). P. 47–56. (In Russ.). DOI: 10.25688/2076-9091.2023.49.1.4
10. Kazantseva V. V. Features of the formation of phenolic compounds in seedlings of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) of various varieties / V. V. Kazantseva [et al.] // Selkhoz. Biology. 2015. V. 50. № 5. P. 611–619. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiol.2015.5.611rus
11. Karaulov, A. V., Kalyuzhin O. V. Immunotherapy of infectious diseases: problems and prospects // Therapeutic archive. 2013. V. 85. № 11. P. 100–108. (In Russ.).
12. Lapshin P. V., Nazarenko L. V., Zagoskina N. V. Changes in the content of phenolic compounds in the leaves of *Aloe vera* and *Aloe arborescens* under the action of low temperature // Subtropical and ornamental gardening. 2021. № 79. P. 125–133. (In Russ.). DOI: 10.31360/2225-3068-2021-79-125-132

13. Leontieva, N. V., Vetrovoy O. V. Comparative characteristics of the antioxidant activity of dihydroquercetin, vitamin C, nephromone plus, valemidin plus, polyoxidonium // Actual problems of theoretical and clinical medicine. 2022. № 36 (2). P. 41–47. (In Russ.).
14. Makeeva I. M., Baikulova S. B. Bioflavonoid CITROX: properties, methods of application, prospects // International Scientific Research Journal. 2021. № 1–3 (103). P. 43–45. (In Russ.). DOI: 10.23670/IRJ.2021.103.1.061
15. Nazarenko L. V., Zagoskina N. V. Reactive oxygen species and the antioxidant system of plants // Bulletin of the Moscow State Pedagogical University. Series «Natural Sciences». 2016. № 2 (22). P. 9–23. (In Russ.).
16. Nazarenko L. V., Zagoskina N. V. Secondary plant metabolites: distribution, history of study, practical application // Bulletin of the Moscow State Pedagogical University. Series «Natural Sciences». 2019. № 2. P. 8–19. (In Russ.). DOI: 10.25688/2076-9091.2019.34.2.1
17. Nazarova, V. D., Salikova, N. S., Bektemisova A. Isolation and identification of flavonoids from the plant *Linosyris villosa* // Chemical Journal of Kazakhstan. 2020. Vol. 3 (7). P. 236–246. (In Russ.).
18. Nikerova K. M. Reactive oxygen species and components of the antioxidant system — participants in plant metabolism. Relationship with phenol and carbohydrate metabolism / K. M. Nikerova [et al.] // Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2021. № 3. P. 5–20. (In Russ.). DOI: 10.17076/eb1312
19. Nosov A. M. Secondary metabolism // Plant physiology. Textbook for universities / A. M. Nosov [et al.]; edited by I. P. Ermakov. M.: Academy, 2005. P. 588–619. (In Russ.).
20. Poyarkova N. M., Saparklycheva S. E. Physiological role of phenolic compounds // Agrarian education and science. 2019. № 4. P. 1–6. (In Russ.).
21. Sidorenko D. V., Denner V. A., Fedyunina P. S. Biochemical effect of flavonoids on the human body and the prospect of studying certain types of plant materials in the Southern Urals // New Science: Theoretical and Practical View. 2016. № 8. P. 46–49. (In Russ.).
22. Strygina K. V. Synthesis of flavonoid pigments in caryopsis in representatives of Poaceae: general patterns and exceptions in homologous series *NI Vavilova*. // Genetics. 2020. № 56 (11). P. 1304–1319. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0016675820110090
23. Tarakhovskiy Yu. S. Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine / Yu. S. Tarakhovskiy [et al.]. Pushchino, Sunchrobook, 2013. 310 p. (In Russ.).
24. Tutelyan V. A., Lashneva N. V. Biologically active substances of plant origin. Flavonols and flavones: prevalence, sources in the diet and consumption // Nutrition Issues. 2013. № 82 (1). P. 4–22. (In Russ.).
25. Usmanov I. Yu. Complexes of flavonoids *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench in oligotrophic swamps of the middle Ob / I. Yu. Usmanov [et al.] // Bulletin of the Nizhnevartovsk State University. 2019. № 2. P. 59–71. (In Russ.). DOI: 10.36906/2311-4444/19-2/08
26. Khaitov R. M. Modern immunomodulators, classification, mechanism of action // Russian Allergological Journal. 2005. № 4. P. 30–35. (In Russ.).
27. Khlestkina E. K. Molecular markers in genetic research and breeding // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2013. V. 17. № 4 (2). P. 1044–1054. (In Russ.).
28. Chupakhina G. N. Antioxidant properties of cultivated plants of the Kaliningrad region: monograph / G. N. Chupakhina [et al.]. Kaliningrad: Izd. I. Kant, 2016. 145 p. (In Russ.).

29. An H. H., Bischoff F. A., Bochum B. S. Immunosuppressive activity of buxindin and E-buxenone from *Buxushyrcana* // *Phytochemistry*. 2015. № 6. P. 487–491. DOI: 10.1111/j.1747-0285.2009.00906.x
30. Bidel L. P. R. Biological activity of phenolics in plant cells / L. P. R. Bidel [et al.] // *Recent Advances Polyphenol Research* / Eds C. Cantos-Buelga, M. T. Escri-bano-Bailon, V. Lattanzio. USA, Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. V. 2. P. 163–205. DOI: 10.1002/9781444323375.ch6
31. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review // *Ann. Bot.* 2003. Vol. 91. P. 179–194. DOI: 10.1093/aob/mcf118
32. Dias M. C., Pinto D. C., Silva A. M. Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity // *Molecules*. 2021. № 26 (17). P. 5377. DOI: 10.3390/molecules26175377
33. El-Missiri M. A. Polyphenols are potential nutritional adjuvants for targeting COVID-19 / M. A. El-Missiri [et al.] // *Phytotherapy Research*. 2021. № 35 (6). P. 2879–2889. DOI: 10.1002/ptr.6992
34. Gill S. S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // *Plant Physiol. and Biochem.* 2010. Vol. 48. P. 909–930. DOI: 10.1016/j.plaphy.2010.08.016
35. Goncharuk, E. A., Zagoskina, N. V. Heavy Metals, Their Phytotoxicity, and the Role of Phenolic Antioxidants in Plant Stress Responses with Focus on Cadmium // *Molecules*. 2023. № 28 (9). P. 3921. DOI: 10.3390/molecules28093921
36. Harborne, J. B., Williams, C. A. *Advances in flavonoid research since 1992* // *Phytochemistry*. 2000. № 55. P. 481–504. DOI: 10.1016/s0031-9422(00)00235-1
37. Mierziak J., Kostyn K., Kulma A. Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment // *Molecules*. 2014. Vol. 19. Iss: 10, P. 16240–16265. DOI: 10.3390/molecules191016240
38. Naikoo M. I. Role and regulation of plants phenolics in abiotic stress tolerance: an overview / M. I. Naikoo [et al.] // *Plant signaling molecules*. Woodhead Publ. 2019. P. 157–168. DOI: 10.1016/b978-0-12-816451-8.00009-5
39. Rio D. Polyphenols and health: what compounds are involved? / D. Rio [et al.] // *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2010. № 20. P. 1–6. DOI: 10.1016/j.numecd.2009.05.015
40. Shen, N. Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity / N. Shen [et al.] // *Food Chemistry*. 2022. P. 132531. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.132531
41. Solnier J., Fladerer J. P. Flavonoids: A complementary approach to conventional therapy of COVID-19? // *Phytochemistry Reviews*. 2021. № 20 (4). P. 773–795. DOI: 10.1007/s11101-020-09720-6
42. Tungmunnithum D. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: an overview / D. Tungmunnithum [et al.] // *Medicines*. 2018. № 5. P. 93. DOI: 10.3390/medicines5030093
43. Ververidis F. Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical diversity, impacts on plant biology and human health / F. Ververidis [et al.] // *Biotechnol. J.* 2007. № 2. P. 1214–1234. DOI: 10.1002/biot.200700084

УДК 616.36:678.048-577

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.03

Анжела Николаевна Столярова¹,

Елена Евгеньевна Есауленко²

^{1,2} Кубанский государственный медицинский университет,
Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПРО-/АНТИОКСИДАНТАМИ НА РАЗВИТИЕ ИШЕМИЧЕСКИ-РЕПЕРФУЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕЧЕНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена тем, что ишемически-реперфузионное повреждение печени встречается в различных клинических ситуациях, таких как шок различной этиологии и другие нарушения кровообращения, резекция печени, трансплантация и другие хирургические вмешательства, требующие превентивного выключения кровотока. В статье предложен ряд подходов для профилактики повреждений печени, которые обозначаются общим термином «прекондиционирование». Целью работы была оценка возможности preconditionирования ишемически-реперфузионного синдрома с использованием средств прооксидантной направленности действия. Исследование выполнено на 5 группах белых нелинейных крыс, которым моделировали 20-минутную полную сосудистую изоляцию печени с трехчасовой реперфузией без коррекции и с предварительным введением растворов трет-бутилгидропероксида и/или аскорбиновой кислоты. В результате проведенных исследований было показано, что введение веществ про- или антиоксидантной направленности действия способно оказывать защитное действие на развитие ишемически-реперфузионных повреждений печени. Это проявлялось более низкими значениями активности ферментов-маркеров цитолиза гепатоцитов в плазме крови и более высокими значениями показателей функционального состояния системы антиоксидантной защиты. На фоне preconditionирования 0,5-процентным раствором трет-бутилгидропероксида активность АЛТ была ниже показателя в группе сравнения в 3,5 раза, АСТ — в 2,1 раза, ЛДГ — в 4,7 раза. Возможность фармакологического preconditionирования разнонаправленными эффектами вышеперечисленных веществ подтверждена также нивелированием цитопротективного действия при совместном введении ГПТБ после аскорбиновой кислоты. Полученные данные свидетельствуют не только о перспективе поиска способов использования антиоксидантов в терапевтической практике, но служат обоснованием возможности прооксидантной терапии.

Ключевые слова: ишемически-реперфузионное повреждение, preconditionирование, ишемия-реперфузия, трет-бутилгидропероксид, печень

UDC 616.36:678.048-577

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.03

Anzhela Nikolaevna Stolyarova¹,
Elena Evgenievna Esaulenko²

^{1,2} Kuban state medical university,
Krasnodar, Russia

INFLUENCE OF PRECONDITIONING WITH PRO-/ANTIOXIDANTS ON THE DEVELOPMENT OF ISCHEMIA-REPERFUSION LIVER DAMAGE IN EXPERIMENTAL CONDITIONS

Abstract. The relevance of the study is due to the fact that ischemia-reperfusion liver damage occurs in various clinical situations, such as shock of various aetiologies and other circulatory disorders, liver resections, transplantations and other surgical interventions that require preventive shutdown of blood flow. A number of approaches have been proposed for the prevention of liver damage, which are referred to under the general term preconditioning. The purpose of this paper is to evaluate the possibility of preconditioning ischemia-reperfusion syndrome using pro-oxidants. The study was carried out on 5 groups of white nonlinear rats, which underwent the experimental modelling of complete vascular isolation of the liver for 20 minutes with 3 hours of reperfusion without correction and with preliminary administration of solutions of tert-butyl hydroperoxide and/or ascorbic acid. As a result of the studies, it is revealed that the introduction of substances with pro- or antioxidant action can have a protective effect on the development of ischemia-reperfusion liver damage. This is manifested by lower activity values of enzyme markers of hepatocyte cytolysis in the blood plasma and higher values of indices of the functional state of the antioxidant protection system. During preconditioning with a 0,5 % solution of tert-butyl hydroperoxide, ALT activity was by 3,5 times lower than that of the comparison group, AST — by 2,1 times, LDH — by 4,7 times respectively. The possibility of pharmacological preconditioning by means of the multidirectional effects of the substances mentioned above was also confirmed by the leveling of the cytoprotective effect when combined with tert-butyl hydroperoxide after ascorbic acid. The data obtained indicate the prospect of searching not only for ways to use antioxidants in therapeutic practice, but also serve as justification for the possibility of pro-oxidant therapy.

Keywords: ischemia-reperfusion injury, preconditioning, ischemia-reperfusion, tert-butyl hydroperoxide, liver

Введение

Ишемически-реперфузионное повреждение (ИРП) возникает в различных клинических условиях, включая трансплантацию органов и резекцию печени. Это патологическое состояние может привести к повреждению клеток печени, дисфункции органа и отдаленной органной недостаточности. ИРП развивается, когда кровоток в печени прерывается или сильно уменьшается на длительный период времени с последующей

реперфузией. Ишемия может вызывать гибель клеток сама по себе, приводя к истощению аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), но в основном подготавливает клетки к более интенсивному повреждению, которое происходит при реперфузии печени [9, 12]. При реперфузии происходит активация клеток Купфера, приводящая к обильной продукции активных форм кислорода (АФК) и провоспалительных цитокинов, что еще больше усиливает повреждение органа [3, 4]. ИРП печени возникает при двух основных состояниях. Во-первых, ишемия может следовать за временной сосудистой окклюзией печеночной ножки или различными формами шока и травмы, в результате чего возникает гипоксическое повреждение. Во-вторых, реперфузионное повреждение представляет собой динамический процесс, который приводит к метаболическому ацидозу, перегрузке внутриклеточным кальцием, повреждению митохондрий, окислительному стрессу, воспалительным реакциям и некротической или апоптотической гибели клеток в зависимости от интенсивности истощения АТФ [5–7]. Реперфузия восстанавливает естественное снабжение клетки энергией и удаляет выработанные токсичные метаболиты, она также вызывает повреждение тканей с серьезными метаболическими и системными последствиями, главным образом из-за более кислого содержимого кровотока, богатого калием и токсичными метаболитами из поврежденной ткани [8].

В настоящее время широко известным методом профилактики ИРП является ишемическое preconditionирование (ИП). Это явление указывает на то, что кратковременное ишемическое повреждение запускает защитную биологическую реакцию в печени, которая связана с ингибированием проапоптотических путей [10]. Появляется все больше доказательств, подтверждающих, что сублетальный окислительный стресс, возникающий во время короткого ишемического интервала, играет решающую роль в индукции ИП. Основной молекулярный механизм этого вмешательства заключается в том, что слабые окислители (в том числе и перекись водорода), образующиеся во время ИП, приводят к запуску специфических биохимических реакций, которые в дальнейшем могут защитить от дальнейшего окислительного повреждения и привести к адаптации [11, 13]. В связи с этим можно предположить, что защитный эффект, оказываемый ИП при последующем ишемическом повреждении, может быть воспроизведен путем введения экзогенных прооксидантов, таких как перекись водорода или другие органические гидропероксиды. Поэтому целью работы являлась оценка возможности имитации эффекта preconditionирования ИРП с использованием средств прооксидантной и антиоксидантной направленности.

Материалы и методы исследования

Проведение экспериментальной работы было одобрено независимым этическим комитетом (протокол заседания № 80 от 27 сентября 2019 года) с соблюдением принципов экспериментов, изложенных в Европейской конвенции о защите

позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18.03.1986). Работа была выполнена на кафедре фундаментальной и клинической биохимии Кубанского государственного медицинского университета (КубГМУ) Минздрава России (Краснодар), а также на базе учебно-производственного отдела (виварий).

Для выполнения запланированного исследования 75 половозрелых белых нелинейных самцов крыс массой 200–250 г были случайным образом распределены на 5 групп: контрольная группа, группа сравнения и три опытные группы по 15 особей в каждой. Контрольная группа была представлена интактными животными (группа 1). Моделирование основного патологического процесса было проведено в опытных группах и в группе сравнения. С помощью маневра Прингла выполняли сосудистую изоляцию органа продолжительностью 20 минут с последующим периодом реоксигенации продолжительностью 180 минут. Для обезболивания всех болезненных манипуляций использовали препарат Золетил 100. Животным группы сравнения проводилось моделирование ишемически-реперфузионного повреждения печени с предварительным внутрибрюшинным введением 1 мл физиологического раствора (группа 2). Крысам опытных групп проводили моделирование ишемии-реперфузии печени с предварительным внутрибрюшинным введением по 1 мл раствора трет-бутилгидропероксида (ГПТБ) и/или аскорбиновой кислоты. Животным 3-й группы вводили 0,5-процентный раствор ГПТБ, животным 4-й группы — 10 мг/мл аскорбиновой кислоты, животным 5-й группы — 10 мг/мл аскорбиновой кислоты + 0,5-процентный раствор ГПТБ.

В качестве прооксиданта нами был выбран трет-бутил гидропероксид ($(\text{CH}_3)_3\text{C-O-OH}$) — органическое соединение, которое относится к классу пероксидов, обладающее прооксидантными свойствами, генерирующими пероксидные радикалы. Трет-бутил широко используется в органическом синтезе как недорогой селективный окислитель, применяется в виде 70–90-процентных водных растворов либо в виде раствора в углеводородных растворителях для инициирования окислительного стресса *in vitro* и *in vivo* [2].

Для реализации антиоксидантного прекондиционирования использовали витамин С, который является основным водорастворимым антиоксидантом системы кровообращения, используется и расходуется во время окислительного стресса, тем самым экономя другие эндогенные антиоксиданты. Эта уникальная функция витамина С как поглотителя АФК подтверждается исследованиями аскорбиновой кислоты в плазме крови *in vitro*, в которых различные виды АФК в первую очередь вызывают быстрое истощение витамина. Пониженная переработка дегидроаскорбата (окисленной формы витамина С) в витамин С может дополнительно способствовать снижению уровня аскорбиновой кислоты в плазме крови после остановки сердца из-за измененного окислительно-восстановительного состояния [12].

Утилизация свободных радикалов кислорода организмом осуществляется посредством окислительно-восстановительных процессов антиоксидантных ферментов, превращающих их в малотоксичные или безвредные вещества.

Ферментативная антиоксидантная система в основном состоит из супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы (ГПО) и других эндогенных антиоксидантных ферментов, которые составляют первую линию защиты антиоксидантов *in vivo*. Каталаза — это гемсодержащий тетрамерный фермент, присутствующий в пероксисомах клеток, который может катализировать разложение перекиси водорода в клетках и предотвращать повреждение тканей организма из-за высокого содержания перекиси водорода. ГПО также является важным гемсодержащим антиоксидантным ферментом, который используя восстановленный глутатион, может разрушать перекись водорода и перекись липидов.

В эритроцитарной взвеси крыс, используя гемолизат эритроцитов в соотношении 1 : 9, 1 : 499, 1 : 999, определяли показатели активности глутатионредуктазы (ГР), ГПО, каталазы [1]. Метаболиты энергетического обмена (лактат и пируват), показатели активности аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаргатаминотрансферазы (АСТ), которые являются наиболее распространенными маркерами, используемыми для измерения целостности гепатоцитов, а также активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) определяли энзиматическими методами на биохимическом анализаторе Super Z (Китай) с использованием наборов реагентов фирмы Randox (Великобритания). Антиоксидантную активность (АОА) для оценки общей антиоксидантной способности жидкостей организма оценивали следующими двумя методами. Железовосстанавливающий метод FRAP основан на восстановлении Fe^{3+} в кислой среде с образованием окрашенного комплекса Fe^{2+} с 2,2'-дипиридиллом. Еще одним способом оценки АОА является метод радикальной сорбции ABTS, который основан на поглощении катион-радикала $ABTS^+$ [1].

Статистический анализ полученных результатов проводили с помощью компьютерной программы Statistica 10 для операционной системы Windows с использованием непараметрических критериев. При сравнении нескольких независимых групп животных использовали критерий Краскела – Уоллиса. Для оценки достоверности межгрупповых различий применялся непараметрический критерий Манна – Уитни. Достоверными считались различия, в которых уровень доверительного интервала составлял более чем 95 % ($p < 0,05$).

Результаты исследования

Проведенные нами исследования показали, что при моделировании патологического процесса с длительностью ишемического периода 20 минут и трехчасовым периодом реперфузии наблюдаются увеличенные выбросы маркеров цитолиза гепатоцитов — АЛТ, АСТ, ЛДГ — в 9,5 раза, что свидетельствует о серьезном повреждении органа (табл. 1). Гепатоциты содержат различные ферменты, которые участвуют в широком спектре метаболических путей.

Таблица 1

**Изменения показателей маркеров цитолиза у животных
на фоне прекондиционирования ишемически-реперфузионного
повреждения печени (Ме (Q1-Q3))**

Группы лабораторных животных	Показатели		
	Активность АЛТ, ед/л	Активность АСТ, ед/л	Активность ЛДГ, ед/л
1-я группа — контрольная	38,9 (34,2 / 39,6)	35,4 (33,3 / 38,8)	156 (153 / 166)
2-я группа — ИРП	358,3 (329,2 / 396,8)*	332,6 (294,9 / 389,8)*	1482 (1293 / 1574)*
3-я группа — ИРП + ГПТБ	100,4 (92,3 / 112,0)^	155,5 (145,9 / 175,0)^	315 (295 / 339)^
4-я группа — ИРП + АК	289,0 (268 / 302,5)	233,0 (216,5 / 249,5)^	1002 (967 / 1105)^
5-я группа — ИРП + АК + ГПТБ	401,0 (382,5 / 435,0)	305,0 (293,5 / 350,5)	1345 (1234 / 1448)

Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 2-й групп крыс ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 2-й группы крыс ($p < 0,05$). Обозначения: ИРП — ишемически-реперфузионное повреждение; ГПТБ — трет-бутил гидропероксид; АК — аскорбиновая кислота.

Эти ферменты являются очень чувствительными индикаторами для выявления заболеваний печени. Уровни трансаминаз, а именно АСТ и АЛТ, являются наиболее надежными биомаркерами повреждения печени и используются для демонстрации защитных эффектов ИП.

Использование 0,5-процентного раствора ГПТБ сопровождалось значительным снижением показателей АЛТ, АСТ и ЛДГ у 3-й группы испытуемых животных. Таким образом, раствор ГПТБ способен оказывать гепатопротекторное действие на группы крыс с ишемически-реперфузионным поражением печени, что прослеживалось в статистически значимом снижении активности аминотрансфераз в 2,1 и 3,5 раза по сравнению с животными 2-й группы без проведения коррекции. Наиболее заметно была снижена активность еще одного фермента цитолиза — лактатдегидрогезы, — его содержание было в 4,7 раза ниже аналогичного показателя крыс 2-й группы [2].

У животных 4-й группы, которым вводили аскорбиновую кислоту перед моделированием патологического процесса, наблюдалось снижение на 20 % активности АЛТ, на 30–33 % — АСТ и ЛДГ. На фоне трехчасового реперфузионного периода, следовавшего за 20-минутным ишемическим периодом, у животных 5-й группы показатели маркеров цитолиза гепатоцитов практически полностью совпали с результатами группы сравнения без коррекции. После введения ГПТБ, следовавшего за аскорбиновой кислотой, наблюдалось сглаживание защитного действия прекондиционирования. Таким образом, было подтверждено защитное

влияние антиоксидантного прекондиционирования, показана возможность использования прооксидантного средства для профилактики ишемически-реперфузионных повреждений печени. При этом нивелирование протективного действия при совместном введении изученных средств дополнительно подтвердило возможность модулирования разнонаправленных механизмов прекондиционирования.

Анализ маркеров окислительного стресса показал, что после моделирования ишемически-реперфузионного повреждения печени антиоксидантная активность, определенная железо-восстанавливающим методом, была статистически значимо снижена на 25 % относительно интактной группы животных (табл. 2).

Таблица 2

**Изменения окислительного метаболизма в крови
на фоне прекондиционирования ишемически-реперфузионного
повреждения печени у крыс (Me (P25/P75))**

Группы лабораторных животных	Показатели	
	АОА ABTS, ммоль/л вит С	АОА FRAP, ммоль/л вит С
1-я группа — контрольная	0,5 (0,48 / 0,54)	0,41 (0,38 / 0,44)
2-я группа — ИРП	0,16 (0,14 / 0,2)*	0,31 0,28 / 0,35)*
3-я группа — ИРП + ГПТБ	0,31 (0,28 / 0,33)^	0,33 (0,28 / 0,36)
4-я группа — ИРП + АК	0,3 (0,26 / 0,31)^	0,51 (0,47 / 0,56) ^
5-я группа — ИРП + АК + ГПТБ	0,24 (0,21 / 0,25)	0,43 (0,37 / 0,48) ^

Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 2-й групп крыс ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 2-й группы крыс ($p < 0,05$). Обозначения: ИРП — ишемически-реперфузионное повреждение; ГПТБ — трет-бутил гидропероксид; АК — аскорбиновая кислота.

Ожидаемо наиболее высокие показатели АОА прослеживались в группе животных, которым до моделирования ишемии-реперфузии вводили 10 мг/мл аскорбиновой кислоты. Статистически значимыми были изменения в 5-й группе животных, на фоне введения аскорбиновой кислоты и раствора ГПТБ. Уровень АОА был увеличен, но в меньшей степени, чем на фоне введения только аскорбиновой кислоты.

АОА, определенная методом радикальной сорбции ABTS, продемонстрировала сниженные результаты и в группе сравнения, и в опытных группах. Моделирование ишемии-реперфузии у животных 2-й группы сопровождалось сниженным уровнем общей АОА в 3,0 раза в сравнении с интактной группой испытуемых крыс. Прекондиционирование аскорбиновой кислотой

и раствором ГПТБ по отдельности показало одинаковые результаты — в 2 раза выше показателя 2-й группы, а результат их совместного действия привел к увеличению АОА на 50 %. Таким образом было установлено, что даже введение прооксиданта ГПТБ стимулирует эндогенную систему антиоксидантной защиты перед моделированием ишемии-реперфузии печени. Это, вероятнее всего, является ведущим механизмом действия прооксидантного прекондиционирования.

Анализ ферментативного звена АОС включал определение активности каталазы, глутатионредуктазы и глутатиопероксидазы. Общим для этих трех ферментов было статистически значимое снижение в 1,3 раза их активности на фоне ИРП по отношению к контрольной группе (табл. 3). Внутривнутрибрюшинное введение испытуемым животным 0,5-процентного раствора ГПТБ перед моделированием патологического процесса сопровождалось статистически значимым увеличением уровня рассматриваемых ферментов по сравнению с показателями 2-й группы. Активность ГПО была увеличена в 2 раза, активность ГР — в 1,5 раза, каталазная активность — в 1,3 раза. Использование аскорбиновой кислоты перед моделированием ИРП привело к трехкратному повышению активности ГР. Увеличение уровня каталазы в крови животных 4-й группы составило 16 %, активность ГПО была выше на 26 % значения аналогичного параметра животных 2-й группы. Внутривнутрибрюшинное введение животным 0,5-процентного раствора ГПТБ после аскорбиновой кислоты не сопровождалось статистически значимым изменением активности анализируемых ферментов.

Таблица 3

Изменения ферментативного звена антиоксидантной системы на фоне прекондиционирования ишемически-реперфузионного повреждения печени у крыс (Ме (P25/P75))

Группы лабораторных животных	Показатели		
	Активность ГПО, ммоль/(л*мин)	Активность ГР, ммоль/(л*мин)	Активность каталазы, моль/(л*мин)
1-я группа — контрольная	320 (303 / 337)	255 (244 / 267)	28,5 (27,6 / 29,6)
2-я группа — ИРП	245 (233 / 258)*	191 (170 / 212) *	20,6 (19,0 / 22,6) *
3-я группа — ИРП + ГПТБ	487 (436 / 551)^	276 (256 / 301)^	26,0 (24,0 / 28,5)^
4-я группа — ИРП + АК	309 (285 / 329)	575 (511 / 632)^	24,0 (20,5 / 25,5)
5-я группа — ИРП + АК + ГПТБ	277 (242 / 317)	212 (185 / 226)	23,0 (21,5 / 25,0)

Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 2-й групп ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 2-й группы ($p < 0,05$). Обозначения: ИРП — ишемически-реперфузионное повреждение; ГПТБ — трет-бутил гидропероксид; АК — аскорбиновая кислота; ГПО — глутатионпероксидаза; ГР — глутатионредуктаза.

Оценка соотношения продуктов анаэробных и аэробных энергетических процессов была осуществлена с учетом определения концентрации пирувата и лактата в плазме крови. Анализ показателей метаболитов энергетического обмена показал, что на фоне моделирования ИРП наблюдалось увеличение содержания молочной и пировиноградной кислот, что свидетельствует о накоплении недоокисленных продуктов и приводит к развитию метаболического ацидоза — одного из ведущих повреждающих факторов ишемии (табл. 4).

Таблица 4

Изменение содержания лактата и пирувата в плазме крови на фоне прекондиционирования ишемически-реперфузионного повреждения печени у крыс (Me (P25/P75))

Группы лабораторных животных	Концентрация лактата, мкмоль/г белка	Концентрация пирувата, мкмоль/г белка
1-я группа — контрольная	1,95 (1,75/2,02)	0,2 (0,17/0,23)
2-я группа — ИРП	4,49 (3,6/4,83)*	0,32 (0,29/0,35)*
3-я группа — ИРП + ГПТБ	2,2 (1,9/2,4)^	0,25 (0,21/0,29)^
4-я группа — ИРП + АК	3,0 (2,65/3,2)^	0,28 (0,25/0,3)
5-я группа — ИРП + АК + ГПТБ	3,8 (3,55/4,15)	0,31 (0,27/0,35)

Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 2-й групп ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 2-й группы ($p < 0,05$). Обозначения: ИРП — ишемически-реперфузионное повреждение; ГПТБ — трет-бутил гидропероксид; АК — аскорбиновая кислота.

Введение лабораторным животным 3-й группы перед 20-минутной васкулярной эксклюзией печени 0,5-процентного раствора ГПТБ сопровождалось статистически значимыми изменениями метаболитов энергообмена относительно показателей группы сравнения. Использование аскорбиновой кислоты и аскорбиновой кислоты совместно с раствором ГПТБ привело к снижению рассматриваемых показателей энергообмена. Это свидетельствует о том, что на фоне анти- и прооксидантного прекондиционирования наблюдается увеличение устойчивости печени к гипоксии, повышение защитного потенциала антиоксидантной системы, что в итоге приводит к снижению выраженности повреждения печени по данным изменений маркеров цитолитического синдрома.

Заключение

В результате проведенных исследований было показано, что введение веществ про- или антиоксидантной направленности действия способно оказывать защитное действие на развитие ишемически-реперфузионных повреждений печени в эксперименте. Действие аскорбиновой кислоты связано с непосредственной поддержкой эндогенной системы антиоксидантной защиты, играющей ключевую роль в ограничении интенсификации свободнорадикальных процессов при восстановлении кровотока в постишемической ткани. Эффект ГПТБ вероятно связан с имитацией сигнальных путей, характерных для ишемического прекодиционирования, которые также ведут к увеличению защитного потенциала системы неспецифической резистентности организма. Возможность фармакологического прекодиционирования разнонаправленными эффектами вышеперечисленных веществ подтверждена также нивелированием цитопротективного действия при совместном введении ГПТБ после аскорбиновой кислоты. Полученные данные не только свидетельствуют о перспективе поиска способов использования антиоксидантов в терапевтической практике, но и служат обоснованием возможности прооксидантной терапии.

Список источников

1. Карпищенко А. И. Медицинские лабораторные технологии. Справочник. СПб.: Интермедика, 2002. 600 с.
2. Попов К. А. Прооксидантное прекодиционирование ишемически-реперфузионного поражения печени в эксперименте / К. А. Попов [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2022. Т. 17 (1). С. 56–59. DOI: 10.14300/mnnc.2022.17015
3. Семенцов А. С. Роль активных форм кислорода в инфаркт-лимитирующем эффекте гипоксического прекодиционирования / А. С. Семенцов [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2021. Т. 20 (2). С. 87–91. DOI: 10.24884/1682-6655-2021-20-2-87-91
4. Choi E. K., Lim D. G. Hepatic ischemia-reperfusion injury with respect to oxidative stress and inflammatory response: a narrative review // J Yeungnam Med Sci. 2023. Vol. 40 (2). P. 115–122. DOI: 10.12701/jyms.2022.00017
5. Hausenloy D. J., Yellon D. M. Ischaemic conditioning and reperfusion injury // Nat Rev Cardiol. 2016. Vol. 13 (4). P. 193–209. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.5
6. Lin J. Protective effects of ischemic preconditioning protocols on ischemia-reperfusion injury in rat liver / J. Lin [et al.] // J Invest Surg. 2020. Vol. 33 (9). P. 876–883. DOI: 10.1080/08941939.2018.1556753
7. Nakazato P. C. G. Liver ischemia and reperfusion injury. Pathophysiology and new horizons in preconditioning and therapy / P. C. G. Nakazato [et al.] // Acta Cir Bras. 2018. Vol. 33 (8). P. 723–735. DOI: 10.1590/s0102-865020180080000008
8. Oliveira G. C. Impacts of ischemic preconditioning in liver resection: systematic review with meta-analysis / G. C. Oliveira [et al.] // International Journal of Surgery. 2023. Vol. 109 (6). P. 1720–1727. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000243

9. Panconesi R. Mitochondria and ischemia reperfusion injury / R. Panconesi [et al.] // *Curr Opin Organ Transplant*. 2022. Vol. 27 (5). P. 434–445. DOI: 10.1097/MOT.0000000000001015
10. Qing Z. S. Protective effect of ischemia preconditioning on ischemia-reperfusion injury in rat liver transplantation / Z. S. Qing [et al.] // *Genet Mol Res*. 2015. Vol. 14 (2). P. 3018–3025. DOI: 10.4238/2015.April.10.12
11. Solhjoo S. Oxidative stress in the mitochondrial matrix underlies ischemia/reperfusion-induced mitochondrial instability / S. Solhjoo [et al.] // *J Biol Chem*. 2023. Vol. 299 (1). P. 102780. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2022.102780>
12. Spoelstra-de Man A. M. E., Elbers P. W. G., Oudemans-van Straaten H. M. Making sense of early high-dose intravenous vitamin C in ischemia/reperfusion injury // *Crit Care*. 2018. Vol. 22. P. 70. DOI: 10.1186/s13054-018-1996-y
13. Wu L., Li Z., Yao Y. Hydrogen peroxide preconditioning is of dual role in cardiac ischemia/reperfusion // *European Journal of Pharmacology*. 2023. Vol. 947. P. 175684. DOI: 10.1016/j.ejphar.2023.175684

References

1. Karpishchenko A. I. Handbook. Medical Laboratory Technology. SPb.: Intermedika, 2002. 600 p. (In Russ.).
2. Popov K. A. Prooxidant preconditioning of ischemic-reperfusion liver damage in experiment / K. A. Popov [et al.] // *Medical News of North Caucasus*. 2022. T. 17 (1). P. 56–59. (In Russ.). DOI: 10.14300/mnnc.2022.17015
3. Sementsov A. S. The role of reactive oxygen species in the infarct-limiting effect of hypoxic preconditioning / A. S. Sementsov [et al.] // *Regional blood circulation and microcirculation*. 2021. T. 20 (2). P. 87–91. (In Russ.). DOI: 10.24884/1682-6655-2021-20-2-87-91
4. Choi E. K., Lim D. G. Hepatic ischemia-reperfusion injury with respect to oxidative stress and inflammatory response: a narrative review // *J Yeungnam Med Sci*. 2023. Vol. 40 (2). P. 115–122. DOI: 10.12701/jyms.2022.00017
5. Hausenloy D. J., Yellon D. M. Ischaemic conditioning and reperfusion injury // *Nat Rev Cardiol*. 2016. Vol. 13 (4). P. 193–209. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.5
6. Lin J. Protective effects of ischemic preconditioning protocols on ischemia-reperfusion injury in rat liver / J. Lin [et al.] // *J Invest Surg*. 2020. Vol. 33 (9). P. 876–883. DOI: 10.1080/08941939.2018.1556753
7. Nakazato P. C. G. Liver ischemia and reperfusion injury. Pathophysiology and new horizons in preconditioning and therapy / P. C. G. Nakazato [et al.] // *Acta Cir Bras*. 2018. Vol. 33 (8). P. 723–735. DOI: 10.1590/s0102-865020180080000008
8. Oliveira G. C. Impacts of ischemic preconditioning in liver resection: systematic review with meta-analysis / G. C. Oliveira [et al.] // *International Journal of Surgery*. 2023. Vol. 109 (6). P. 1720–1727. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000243
9. Panconesi R. Mitochondria and ischemia reperfusion injury / R. Panconesi [et al.] // *Curr Opin Organ Transplant*. 2022. Vol. 27 (5). P. 434–445. DOI: 10.1097/MOT.0000000000001015
10. Qing Z. S. Protective effect of ischemia preconditioning on ischemia-reperfusion injury in rat liver transplantation / Z. S. Qing [et al.] // *Genet Mol Res*. 2015. Vol. 14 (2). P. 3018–3025. DOI: 10.4238/2015.April.10.12

11. Solhjoo S. Oxidative stress in the mitochondrial matrix underlies ischemia/reperfusion-induced mitochondrial instability / S. Solhjoo [et al.] // *J Biol Chem*. 2023. Vol. 299 (1). P. 102780. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2022.102780>
12. Spoelstra-de Man A. M. E., Elbers P. W. G., Oudemans-van Straaten H. M. Making sense of early high-dose intravenous vitamin C in ischemia/reperfusion injury // *Crit Care*. 2018. Vol. 22. P. 70. DOI: [10.1186/s13054-018-1996-y](https://doi.org/10.1186/s13054-018-1996-y)
13. Wu L., Li Z., Yao Y. Hydrogen peroxide preconditioning is of dual role in cardiac ischemia/reperfusion // *European Journal of Pharmacology*. 2023. Vol. 947. P. 175684. DOI: [10.1016/j.ejphar.2023.175684](https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2023.175684)

УДК 616.36:661.833-577

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.04

Яна Евгеньевна Тимошенко¹,
Елена Евгеньевна Есауленко²,
Алексей Станиславович Шевченко³

^{1,2,3} Кубанский государственный медицинский университет,
Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ДИХЛОРАЦЕТАТА НА АКТИВНОСТЬ ПИРУВАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ И ПОВРЕЖДЕНИЕ ПЕЧЕНИ ПРИ ИШЕМИИ-РЕПЕРФУЗИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Аннотация. В настоящее время не существует доступных фармакологических способов метаболической коррекции, которые могут обеспечить надежную защиту органа при ишемически-реперфузионном повреждении. Одним из возможных путей метаболической коррекции таких повреждений является регуляция активности окислительного декарбоксилирования пирувата.

Цель исследования — определить характер влияния натрия дихлорацетата на развитие ишемически-реперфузионной травмы печени в условиях сосудистой изоляции паренхимы у крыс.

Исследование было выполнено на семи группах крыс: контрольная группа, группы сравнения (с разными моделями ишемии-реперфузии печени) и опытные группы, которым перед ишемией вводили дихлорацетат натрия 300 мг/кг интраперитонеально.

В результате проведенных исследований впервые были получены экспериментальные данные, подтверждающие снижение активности пируватдегидрогеназы после ишемии-реперфузии печени на 70–72 %. Это может быть одним из ключевых звеньев патогенеза — развивающегося патологического процесса, блокирующего использование глюкозы в энергообмене после восстановления кровотока. Использование дихлорацетата натрия сопровождалось увеличением активности пируватдегидрогеназы в 4,7–5,0 раза относительно соответствующих групп сравнения в стадии реперфузии. Также на фоне предварительного введения дихлорацетата натрия наблюдалось снижение выраженности цитолитического синдрома по данным определения активности аминотрансфераз и ЛДГ в плазме крови, которая была в 2,0–3,0 раза ниже соответствующих показателей крыс, которым моделировали ишемию-реперфузию без коррекции.

Полученные данные подтверждают возможность снижения уровня цитолиза гепатоцитов, уровня лактатацидоза и нормализации прооксидантно-антиоксидантного баланса в условии прекодиционирования дихлорацетатом натрия полной или частичной сосудистой изоляции печени крыс. При этом пируватдегидрогеназный комплекс можно рассматривать как потенциальную мишень для митохондриальных цитопротекторов, воздействие на которую может эффективно повысить устойчивость клеток к гипоксии.

Ключевые слова: натрия дихлорацетат, ишемия, реперфузия, печень, пируватдегидрогеназный комплекс

UDC 616.36:661.833-577

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.04

Yana Evgenievna Timoshenko¹,
Elena Evgenievna Esaulenko²,
Alexey Stanislavovich Shevchenko³

^{1,2,3} Kuban state medical university,
Krasnodar, Russia,

INFLUENCE OF DICHLOROACETATE ON PYRUVATE DEHYDROGENASE ACTIVITY AND LIVER DAMAGE DURING ISCHEMIA-REPERFUSION IN EXPERIMENTAL CONDITIONS

Abstract. Currently, there are no available pharmacological methods of metabolic correction that can provide reliable organ protection during ischemia-reperfusion damage. One of the possible ways of metabolic correction of such damage is the regulation of the activity of oxidative decarboxylation of pyruvate.

The purpose of the study is to determine the nature of the effect of sodium dichloroacetate on the development of ischemia-reperfusion damage of the liver under conditions of vascular isolation of the parenchyma in rats.

The study was performed on seven groups of rats: a control group, comparison groups (with different models of liver ischemia-reperfusion) and experimental groups, which were administered sodium dichloroacetate 300 mg/kg intraperitoneally before ischemia.

As a result of the studies, experimental data were obtained for the first time confirming the decrease in pyruvate dehydrogenase activity after liver ischemia-reperfusion by 70–72 %. This may be one of the key links in the pathogenesis of the developing pathological process, blocking the use of glucose in energy exchange after the blood flow restoration. The use of sodium dichloroacetate was accompanied by an increase in pyruvate dehydrogenase activity by 4,7–5,0 relative to the corresponding comparison groups at the reperfusion stage. Against the background of preliminary administration of sodium dichloroacetate, a decrease in the severity of the cytolytic syndrome was observed according to the determination of the activity of aminotransferases and LDH in the blood plasma, which was 2,0–3,0 times lower than the corresponding indicators in rats in which ischemia-reperfusion was modeled without correction.

The data obtained confirm the possibility of reducing the level of hepatocyte cytolysis as well as the level of lactic acidosis and normalizing the prooxidant-antioxidant balance under the condition of preconditioning with sodium dichloroacetate of complete or partial vascular isolation of the rat liver. In this case, the pyruvate dehydrogenase complex can be considered a potential target for mitochondrial cytoprotectors, the impact of which can effectively increase cell resistance to hypoxia.

Keywords: sodium dichloroacetate, ischemia, reperfusion, liver, pyruvate dehydrogenase complex

Введение

Ишемически-реперфузионное повреждение (ИРП) — патологическое состояние, характеризующееся первоначальным ограничением кровоснабжения органа с последующим восстановлением перфузии и сопутствующей реоксигенацией [9]. Восстановление кровоснабжения критически необходимо для ишемизированного органа, однако реперфузия парадоксально усугубляет повреждение, угрожая функции и жизнеспособности органа. ИРП может происходить во многих органах, включая сердце, легкие, почки, кишечник, скелетные мышцы и мозг. Воздействие ишемии и реперфузии на один орган (например, печень) впоследствии может запустить патофизиологические каскады в других органах (например, в кишечнике), что в итоге потенциально может привести к полиорганной недостаточности. ИРП связано с жизнеугрожающими клиническими проявлениями, включая гибернацию миокарда, острую сердечную недостаточность, мозговую дисфункцию, нарушение функции транспланта и синдром системного воспалительного ответа [13]. Все вышеописанные клинические ситуации представляют собой терапевтическую проблему для практикующих врачей, элементом решения которой является проведение фундаментальных исследований метаболических нарушений во время ишемии и реперфузии органов и способов их профилактики.

Достаточно сложный и широкий спектр патологических процессов способствует развитию ИРП тканей. Например, гипоксия, возникающая в период ишемии, связана с нарушением барьерной функции эндотелиальных клеток, что обусловлено снижением активности аденилатциклазы и внутриклеточного уровня цАМФ. Кроме того, ишемия и реперфузия приводят к активации программ клеточной гибели, включая апоптоз, аутофагию и некроз [7]. Ишемия приводит к недостатку кислорода, что переключает путь метаболизма на анаэробный. В клетках начинает возрастать концентрация молочной кислоты, накапливаются токсические формы кислорода и возникает ионный дисбаланс. Дальнейшее снижение рН внутриклеточной среды ведет к возникновению митохондриальной дисфункции [8]. Пируватдегидрогеназный комплекс (ПДК) представляет собой митохондриальный ансамбль организованных ферментов, которые тесно сопряжены с многочисленными кофакторами и вспомогательными белками. Данная ферментативная система катализирует окислительное декарбоксилирование пирувата с образованием ацетил-КоА. Эта реакция представляет собой мост между анаэробным и аэробным энергетическим метаболизмом. Во многих исследованиях продемонстрировано постишемическое ингибирование ПДК, приводящее к снижению функциональной активности пораженного органа [5, 10].

Метаболическая коррекция является перспективным способом предотвращения сложного патогенетического каскада ИРП. Она направлена на изменение курса энергетического метаболизма, а именно на повышение устойчивости

органа к дефициту кислорода и подавление производства активных форм кислорода (АФК). ПДК является одним из ключевых ферментативных ансамблей митохондриального матрикса, активность которого можно целенаправленно изменять с помощью других высокомолекулярных соединений [1, 11]. Одним из таких органических веществ является структурный аналог пировиноградной кислоты — натрия дихлорацетат (НДХА) [2]. Механизм его действия основан на содействии проникновения пирувата в цикл трикарбоновых кислот путем ингибирования киназы пируватадегидрогеназы, поддерживая ПДК в активном дефосфорилированном состоянии. Результатом работы НДХА является оптимизация расхождения кислорода и снижение уровня закисления внутриклеточной среды [6].

Целью настоящей работы является анализ влияния натрия дихлорацетата на развитие ишемически-реперфузионной травмы печени в условиях сосудистой изоляции паренхимы у крыс.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись белые нелинейные половозрелые крысы-самцы массой 200–250 грамм, которые содержались в учебно-производственном отделе Кубанского государственного медицинского университета (КубГМУ) Минздрава России в Краснодаре. Все процедуры с животными выполнялись в стандартных условиях с соблюдением всех принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и иных научных целей (Страсбург, 1986). Все болезненные манипуляции проводили под общей анестезией препаратом Золетил 100 (Virbac, Франция). Проведение исследования было одобрено независимым этическим комитетом КубГМУ Минздрава России (протокол заседания № 80 от 27 сентября 2019 года).

Лабораторные животные были разделены на 7 групп. В контрольную группу вошли ложнооперированные грызуны ($n = 10$), которые подвергались только срединной лапаротомии без дальнейших манипуляций в брюшной полости. Животным 2, 3 и 4-й опытных групп моделировали ИРП печени без метаболической коррекции НДХА, а крысам из 5, 6 и 7-й групп после лапаротомии внутрибрюшинно незамедлительно вводили раствора НДХА в дозировке 300 мг/кг, который предварительно был разведен 0,5 мл 0,9-процентным раствором NaCl. Первая модель ИРП была основана на выделении гепатодуаденальной связки и ее пережатии сосудистым зажимом типа «Бульдог» на 20 минут с последующей трехчасовой реперфузией (группы 2 и 5, $n = 20$). Вторая модель ИРП включала в себя сосудистую изоляцию левой боковой и центральной долей печени в течение 40 минут с последующей трехчасовой реперфузией (группы 3 и 6, $n = 20$). Третья модель ИРП отличалась от второй

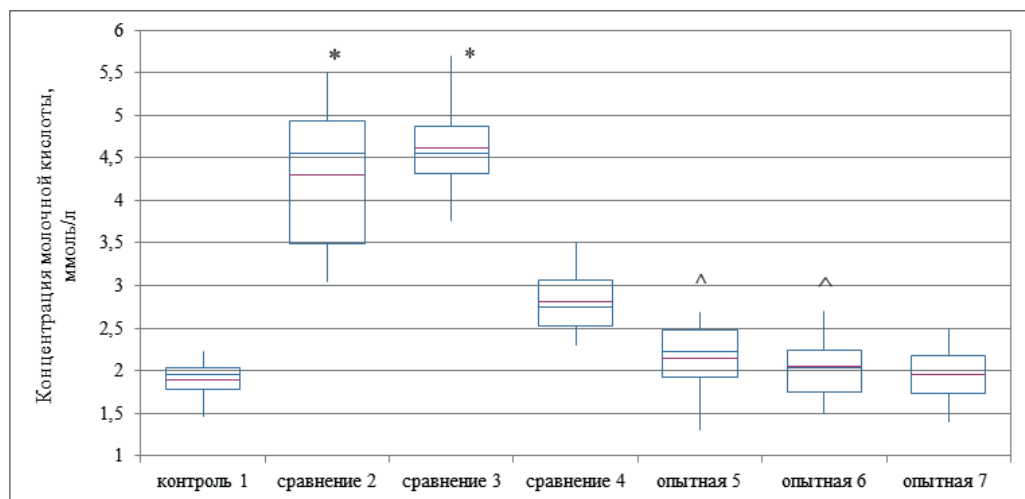
только отсутствием реперфузионного периода (группы 4 и 6, $n = 20$). По истечении времени хирургического этапа эксперимента всем животным проводилась тотальная гепатэктомия и забиралась кровь из каудальной полой вены для лабораторных исследований. Паренхиму печени гомогенизировали, кровь центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 минут.

Для оценки эффективности метаболической коррекции с использованием НДХА в лабораторных условиях определяли активность ферментативного комплекса пируватдегидрогеназы путем его иммунного захвата в лунках микропланшета и восстановления НАД⁺ до НАДН+Н⁺ при длине волны 450 нм. Для определения активности пируватдегидрогеназы использовали коммерческий набор реагентов ab109882 (Abcam, США). Помимо данного колориметрического метода, в плазме крови определяли концентрацию молочной и пирувиноградной кислот, активность внутриклеточных ферментов, таких как лактатдегидрогеназа (ЛДГ), аланинаминотрансфераза (АЛТ) и аспартатаминотрансфераза (АСТ). Была проанализирована ферментативная активность антиоксидантной системы: активность каталазы (КАТ), глутатионпероксидазы (ГПО), — и общая антиоксидантная активность. Последний показатель был определен железо-восстанавливающим методом, который основан на восстановлении трипиридилтриазинового комплекса трехвалентного железа до трипиридилтриазина двухвалентного железа восстановителем при низком значении pH (3,6).

Статистическую обработку материала проводили с использованием программы AnalystSoft Inc., StatPlus версия 7. Данные в работе представлены в виде медианы (Me) и межквартильного размаха (P25/P75). С учетом размеров выборки использовали методы непараметрической статистики (критерии Краскала – Уоллиса). Уровень вероятности не менее 95 % считали статистически значимым ($p < 0,05$). Парные сравнения определяли с помощью *U*-критерия Манна – Уитни, при обнаружении статистически значимых различий между группами.

Результаты исследования

В результате проведенного исследования было установлено, что в плазме крови 2-й и 3-й групп животных была увеличена концентрация молочной кислоты на 126 и 143 % соответственно относительно контрольной группы, что является надежным признаком ишемии. На фоне частичного пережатия сосудистых ножек левой боковой и центральной доли печени в течение 40 минут без реперфузии уровень лактата увеличился на 47 % (рис. 1). Активация ПДГ путем введения ДХА привела к снижению уровня молочной кислоты на 50, 55 и 30 % в 5, 6 и 7-й опытных группах соответственно.



Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 2-й групп крыс ($p < 0,05$); * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 3-й групп крыс ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении показателей 2 и 5, 3 и 6-й групп крыс ($p < 0,05$).

Рис. 1. Изменение концентрации молочной кислоты в плазме крови на фоне ишемически-реперфузионного повреждения печени и предварительной активации пируватдегидрогеназы дихлорацетатом натрия

Более высокая степень анаэробного метаболизма приводит в первую очередь к увеличению концентрации молочной кислоты, в меньшей степени — пирувинуградной кислоты, содержание которой в крови животных 2-й и 3-й групп было на 55–60 % выше значения контрольного показателя и составляло 0,30–0,31 ммоль/л. В условиях коррекции ДХА наблюдалось снижение концентрации пирувинуградной кислоты в 6, 7 и 8-й опытных группах на 56, 25 и 24 % относительно соответствующих групп сравнения (табл. 1). Таким образом, введение ДХА способствовало нормализации уровня лактатацидоза и пирувата.

Таблица 1

Изменения маркеров цитолиза в плазме крови крыс на фоне ишемии-реперфузии печени и активации пируватдегидрогеназы (Me (P₂₅/ P₇₅))

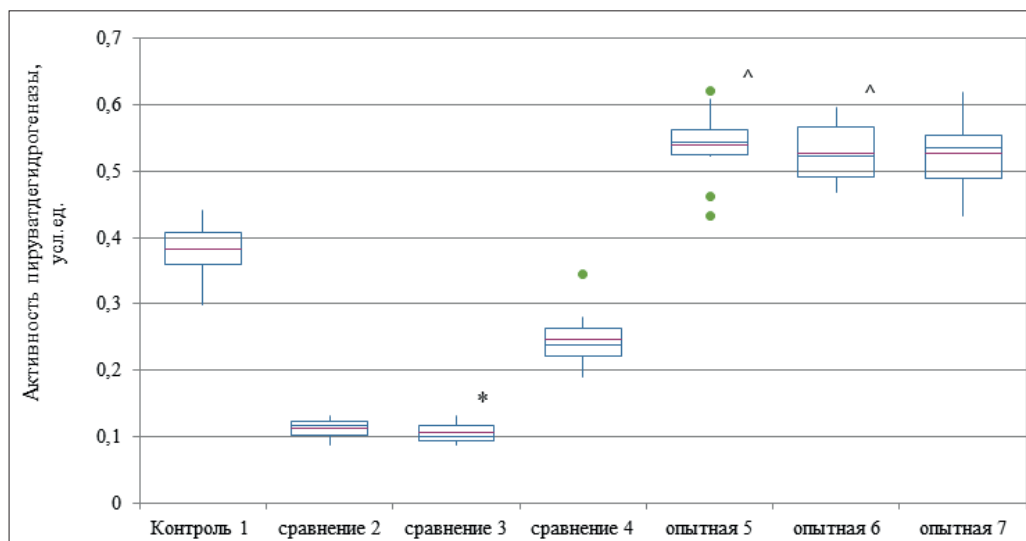
Группы лабораторных животных	Активность АЛТ, ед/л	Активность АСТ, ед/л	Активность ЛДГ, ед/л
Контрольная группа 1	38,9 (35,3 / 40,3)	37,4 (34,3 / 39,5)	157,0 (146,1 / 168,0)
Группа сравнения 2	378,7 (303,9 / 399,4)*	350,1 (299,5 / 395,7)*	1456,2 (1198,9 / 1599,3)*
Группа сравнения 3	669,0 (640,5 / 775,7)*	718,0 (698,1 / 729,3)*	1336,5 (1274,5 / 1480,1)*

Группы лабораторных животных	Активность АЛТ, ед/л	Активность АСТ, ед/л	Активность ЛДГ, ед/л
Группа сравнения 4	70,7 (62,4 / 77,1)	158,4 (139,4/168,1)	1748,5 (1694,1 / 1869,5)*
Опытная группа 5	123,5 (65,4 / 196,5)	117,7 (105,6/130,6)	712,2 (644,9 / 932,9)
Опытная группа 6	338,5 (321,1 / 374,4)	348,4 (336,3 / 357,8)	531,5 (491,1 / 565,0) ^
Опытная группа 7	62,8 (59,1 / 65,2)	58,9 (50,6 / 61,8)	589,1 (554,6 / 653,1) ^

Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 2-й групп крыс ($p < 0,05$); * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 3-й групп крыс ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 3-й и 6-й групп крыс ($p < 0,05$), ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 4-й и 7-й групп крыс ($p < 0,05$).

Статистически значимое снижение активности ПДГ на 70–72 % было зафиксировано во 2-й и 3-й группах сравнения относительно контроля. Использование дихлорацетата натрия сопровождалось увеличением активности ПДГ в 6-й опытной группе в 4,7 раза, в 7-й группе — в 5,0 раза и в 8-й группе — в 2,1 раза относительно соответствующих групп сравнения (рис. 2). Регуляторная сложность ПДГ в сочетании с ее значительным влиянием на метаболизм подчеркивает ее восприимчивость и значимость при ишемически-реперфузионном повреждении. Например, потеря активности ПДГ после ишемического инсульта может объяснить, почему аэробный метаболизм глюкозы снижается, в то время как окислительный метаболизм других видов топливных молекул, включая жирные кислоты, глутамат и глутамин увеличивается [12]. Наблюдаемое гиперокисление НАДН+Н⁺ и компонентов цепи переноса электронов во время реперфузии предоставляет дополнительные доказательства, указывающие на нарушение ПДГ при ИРП [4, 11]. Данное исследование показало, что снижение уровня активности ПДГ наблюдается при ИРП печени крыс в исследуемых экспериментальных моделях. Это может быть связано с повышенной продукцией активных форм кислорода с соответствующим снижением уровней активности и экспрессии ПДГ во время повреждения.

Наличие трансаминаз АЛТ, АСТ и ЛДГ в плазме крови крыс является отражением лизиса гепатоцитов, вызванного ишемией и реперфузией печени. Как показано в таблице 2, уровень АЛТ увеличился в 9,8 раза в плазме крови животных на фоне 1-й экспериментальной модели сосудистой изоляции печени крыс, в 17,2 раза — на фоне 2-й модели, и в 1,8 раза — на фоне 3-й модели ИРП относительно контроля. Наибольший рост активности АСТ был отмечен у крыс с полным пережатием гепатодуоденальной связки в течение 20 минут с трехчасовой реперфузией и частичной ишемией в течение 40 минут с последующей трехчасовой реперфузией в 9,3 и 19,2 раза соответственно. В 4-й группе сравнения активность АСТ была выше контрольного значения в 4,2 раза. Уровень ЛДГ во 2-й группе сравнения был увеличен в 9,3 раза,



Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 2-й групп, 1-й и 3-й групп ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 2 и 5, 3 и 6-й групп крыс ($p < 0,05$).

Рис. 2. Изменения активности пируватдегидрогеназы в гомогенате печени на фоне ишемически-реперфузионного повреждения печени и предварительной активации пируватдегидрогеназы дихлорацетатом натрия

Таблица 2

Изменения активности КАТ и ГПО в эритроцитарной взвеси на фоне ишемии-реперфузии печени и активации пируватдегидрогеназы (Me (P₂₅/P₇₅))

Группы лабораторных животных	Активность КАТ, ммоль/(л*мин)	Активность ГПО, ммоль/(л*мин)
Контрольная группа 1	14,7 (14,5 / 15,2)	15,6 (14,8 / 17,1)
Группа сравнения 2	12,3 (11,4 / 13,1)	15,1 (14,3 / 15,2)
Группа сравнения 3	11,5 (10,8 / 12,3)	9,1 (8,6 / 9,9)*
Группа сравнения 4	13,5 (12,8 / 14,1)	12,6 (11,1 / 14,1)
Опытная группа 5	12,7 (11,7 / 13,3)	26,4 (22,4 / 27,7)
Опытная группа 6	16,9 (15,1 / 18,4)	18,7 (17,8 / 19,9)^
Опытная группа 7	19,4 (18,5 / 20,9)	16,6 (15,3 / 18,1)

Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 3-й групп ($p < 0,05$); ^ — статистически значимые отличия при сравнении с показателем 3-й и 6-й групп ($p < 0,05$). Обозначения: КАТ — каталаза, ГПО — глутатионпероксидазы.

в 3-й группе — в 8,6 раза, в 4-й группе — в 11,1 раза. Активность лактатдегидрогеназы была заметно выше у крыс 4-й группы сравнения, в которой производилось частичное пережатие сосудистых пучков левой боковой и центральной доли печени в течение 40 минут без последующей реперфузии. Возможно цитоплазматический фермент ЛДГ является маркером повреждения тканей, которые не вовлечены в основной патологический процесс.

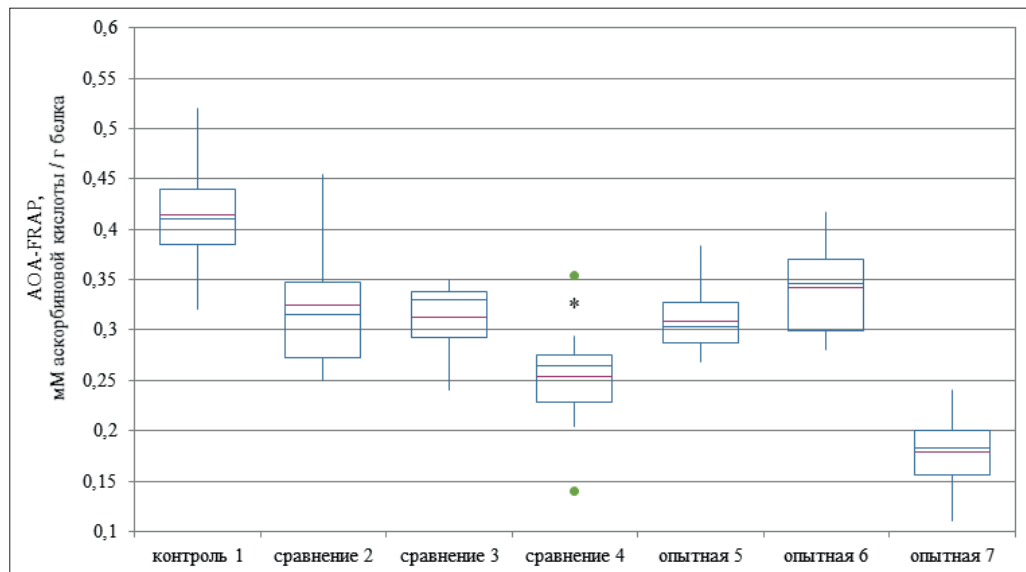
Предварительное введение дихлорацетата натрия в дозировке 300 мг/кг в 1 мл физиологического раствора значительно снижало уровень продуктов цитолиза. В 5-й опытной группе уровень АЛТ снизился в 3,1 раза, в 6-й — в 2,0 раза, а в 7-й группе существенной разницы не наблюдалось — уровень АЛТ снизился на 11 %. Уровень АСТ снизился в 5-й группе в 2,9 раза, в 6-й — в 2,0 раза, в 7-й — в 2,6 раза; уровень ЛДГ в 5-й группе снизился в 2 раза, в 6-й — в 2,5 раза, а в 7-й опытной группе — в 2,9 раза относительно соответствующих групп сравнения (см. табл. 1). Это наглядно демонстрирует цитопротективное действие НДХА на модели ишемии-реперфузии печени.

Было обнаружено, что во всех группах животных, которым моделировали ИРП печени, активность ферментов антиоксидантной защиты снижалась по сравнению с контрольной группой (см. табл. 2). Однако введение ДХА, низкомолекулярного метаболического модулятора, привело к увеличению ферментативной активности. Значительное повышение активности ($p < 0,05$) глутатионпероксидазы на 74 % было определено в крови крыс 5-й опытной группы, в 6-й группе активность аналогичного фермента была увеличена на 105 %, а в 7-й — выше на 32 % относительно соответствующих групп сравнения. Активные формы кислорода во время ИРП печени крыс могут подавлять антиоксидантную способность, особенно при значительной потере активности каталазы и глутатионпероксидазы. Свободные радикалы считаются наиболее важной причиной реперфузионного повреждения после ишемии. Антиоксидантный статус ткани, пораженной ишемией-реперфузией, имеет большое значение для первичной эндогенной защиты от повреждения, вызванного свободными радикалами [3].

Таким образом, активность основных антиоксидантных ферментов существенно изменилась при ИРП печени крыс. Эти результаты свидетельствуют о том, что нарушение оксидантно-антиоксидантного баланса может играть роль в повышении уязвимости ткани к повреждениям, вызванным свободными радикалами. Из источников литературы известно, что дихлорацетат натрия, синтетический ингибитор киназы пируватдегидрогеназы, превращает гликолиз в окислительное фосфорилирование посредством активации ПДГ. Этот сдвиг метаболизма снижает потенциальную гиперполяризацию митохондриальной мембраны и обеспечивает выработку активных форм кислорода, но, несмотря на данный факт, после введения данного корректора ферментативная активность увеличилась [8].

Общая антиоксидантная активность была определена железо-восстанавливающим методом (FRAP). На форе ИРП печени крыс во 2, 3 и 4-й группах сравнения наблюдалось снижение антиоксидантной активности относительно контроля на 21, 24 и 38 % соответственно. Предварительное введение дихлорацетата натрия характеризовалось такими же низкими значениями общей антиоксидантной активности в плазме крови животных 5-й и 6-й групп — снижением относительно групп сравнения 2, 3 на 4 и 9 % соответственно, однако для крыс 7-й группы были характерны наиболее низкие значения анализируемого

показателя — наблюдалось снижение антиоксидантной активности относительно группы сравнения 4 на 29 % (рис. 3).



Примечание: * — статистически значимые отличия при сравнении показателей 1-й и 4-й групп ($p < 0,05$). Обозначения: АОА — антиоксидантная активность, FRAP — железо-восстанавливающий метод.

Рис. 3. Изменение общей антиоксидантной активности (FRAP) плазмы крови на фоне ишемии-реперфузии печени и активации пируватдегидрогеназы

Таким образом, можно предположить, что предварительное введение испытуемым животным дихлорацетата натрия способствовало напряжению активности антиоксидантной системы еще в ишемической фазе, что обеспечивало лучший контроль окислительного стресса в стадии реперфузии и более низкие значения маркеров цитолитического синдрома.

Заключение

В результате проведенных исследований впервые были получены экспериментальные данные, подтверждающие снижение активности пируватдегидрогеназы после ишемии-реперфузии печени. Это может быть одним из ключевых звеньев патогенеза развивающегося патологического процесса, блокирующего использование глюкозы в энергообмене после восстановления кровотока. С учетом вышеизложенного перспективным способом метаболической профилактики ИРП печени может быть реактивация пируватдегидрогеназного комплекса путем введения дихлорацетата натрия. Представленные в статье данные подтверждают возможность снижения уровня цитолиза гепатоцитов, уровня

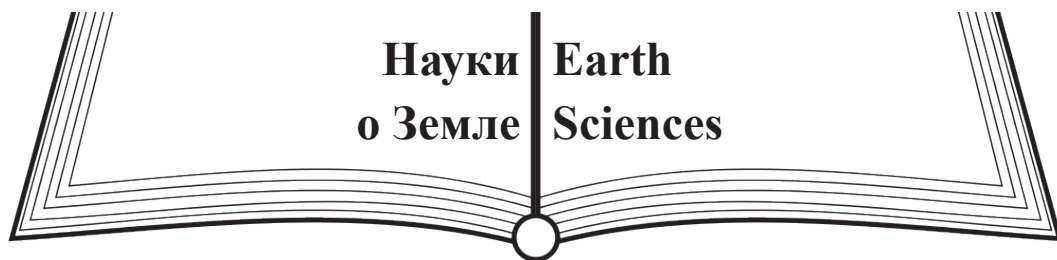
лактатацидоза и нормализации прооксидантно-антиоксидантного баланса в условиях preconditionирования дихлорацетатом натрия в дозировке 300 мг/кг полной или частичной сосудистой изоляции печени крыс. В более широком смысле пируватдегидрогеназный комплекс следует рассматривать как потенциальную мишень для митохондриальных цитопротекторов, воздействие на которую может эффективно повысить устойчивость клеток к гипоксии.

Список источников

1. Зорова Л. Д. Функциональная значимость митохондриального мембранного потенциала / Л. Д. Зорова [и др.] // Биологические мембраны: Журнал мембранной и клеточной биологии. 2017. Т. 34. № 6. С. 93–100. DOI: 10.7868/S0233475517060020
2. Мануйлов А. М. Биологическая активность дихлорацетата натрия: концепции и механизмы (обзор литературы) / А. М. Мануйлов [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. 2016. Т. 6. № 161. С. 156–163. DOI: 10.25207/1608-6228-2016-6-156-163
3. Неймарк М. И. Синдром ишемии-реперфузии // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2021. Т. 9. С. 71–76. DOI: 10.17116/hirurgia202109171
4. Попов К. А. Выбор оптимального маркера острого повреждения печени крыс в эксперименте / К. А. Попов [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. 2020. Т. 24. № 4. С. 293–303. DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-4-293-303
5. Попов К. А. Роль пируватдегидрогеназного комплекса в развитии ишемически-реперфузионного синдрома / К. А. Попов [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. 2022. Т. 29. № 4. С. 75–93. DOI: 10.25207/1608-6228-2022-29-4-75-93
6. Цымбалюк И. Ю. Метаболическая коррекция дихлорацетатом натрия ишемически-реперфузионного повреждения при сосудистой изоляции печени в эксперименте / И. Ю. Цымбалюк [и др.] // Новости хирургии. 2017. Т. 25. № 5. С. 447–453. DOI: 10.18499/2070-478X-2017-10-2-130-136
7. Abudhaise H., Taanman J. W., Fuller B. J. Mitochondrial respiratory chain and Krebs cycle enzyme function in human donor livers subjected to end-ischaemic hypothermic machine perfusion // PLoS ONE. 2021. Vol. 16 (10). P. 257783. DOI: 10.1371/journal.pone.0257783
8. Choi E. K., Jung H., Jeon S. Role of Remote Ischemic Preconditioning in Hepatic Ischemic Reperfusion Injury // Dose-Response. 2020. P. 1–6. DOI: 10.1177/1559325820946923
9. Eltzschig H. K., Eckle T. Ischemia and reperfusion—from mechanism to translation // Nat Med. 2011. Vol. 17 (11). P. 1391–1401. DOI: 10.1038/nm.2507
10. Kinnaird A., Dromparis P., Saleme B. Metabolic modulation of clear-cell renal cell carcinoma with dichloroacetate, an inhibitor of pyruvate dehydrogenase kinase // European Urology. 2016. Vol. 69. № 4. P. 734–744. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.09.014
11. Schoder H., Knight R. J., Kofoed K. F. Regulation of pyruvate dehydrogenase activity and glucose metabolism in post-ischaemic myocardium // Biochim Biophys Acta. 1998. Vol. 1406 (1). P. 62–72. DOI: 10.1016/s0925-4439(97)00088-4
12. Thibodeau A., Geng X., Previch L. E. Pyruvate dehydrogenase complex in cerebral ischemia-reperfusion injury // Brain Circ. 2016. Vol. 2 (2). P. 61–66. DOI: 10.4103/2394-8108.186256
13. Wu M. Y., Yiang G. T., Liao W. T. Current Mechanistic Concepts in Ischemia and Reperfusion Injury // Cell Physiol Biochem. 2018. Vol. 46 (4). P. 1650–1667. DOI: 10.1159/000489241

References

1. Zorova L. D. Functional significance of mitochondrial membrane potential / L. D. Zorova [et al.] // *Biological membranes: Journal of Membrane and Cell Biology* 2017. Vol. 34. № 6. P. 93–100. (In Russ.). DOI: 10.7868/S0233475517060020
2. Manuilov A. M. Biological activity of sodium dichloroacetate: concepts and mechanisms (literature review) / A. M. Manuilov [et al.]. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2016. Vol. 6. № 161. P. 156–163. (In Russ.). DOI: 10.25207/1608-6228-2016-6-156-163
3. Neymark M. I. Ischemia-reperfusion syndrome. *Surgery // Magazine named after N. I. Pirogov*. 2021. Vol. 9. P. 71–76. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202109171
4. Popov K. A. Choosing the optimal marker of acute liver injury in rats in an experiment / K. A. Popov [et al.] // *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia*, 2020. Vol. 24. № 4. P. 293–303. (In Russ.). DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-4-293-303
5. Popov K. A. The role of pyruvate dehydrogenase complex in the development of ischemic reperfusion syndrome / K. A. Popov [et al.] // *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2022. Vol. 29. № 4. P. 75–93. (In Russ.). DOI: 10.25207/1608-6228-2022-29-4-75-93
6. Tsymbalyuk I. Yu. Metabolic correction with sodium dichloroacetate of ischemic reperfusion injury during vascular isolation of the liver in an experiment / I. Yu. Tsymbalyuk [et al.] // *News of surgery*. 2017. Vol. 25. № 5. P. 447–453. (In Russ.). DOI: 10.18499/2070-478X-2017-10-2-130-136
7. Abudhaise H., Taanman J. W., Fuller B. J. Mitochondrial respiratory chain and Krebs cycle enzyme function in human donor livers subjected to end-ischaemic hypothermic machine perfusion // *PLoS ONE*. 2021. Vol. 16 (10). P. 257783. DOI: 10.1371/journal.pone.0257783
8. Choi E. K., Jung H., Jeon S. Role of Remote Ischemic Preconditioning in Hepatic Ischemic Reperfusion Injury // *Dose-Response*. 2020. P. 1–6. DOI: 10.1177/1559325820946923
9. Eltzschig H. K., Eckle T. Ischemia and reperfusion—from mechanism to translation // *Nat Med*. 2011. Vol. 17 (11). P. 1391–1401. DOI: 10.1038/nm.2507
10. Kinnaird A., Dromparis P., Saleme B. Metabolic modulation of clear-cell renal cell carcinoma with dichloroacetate, an inhibitor of pyruvate dehydrogenase kinase // *European Urology*. 2016. Vol. 69. № 4. P. 734–744. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.09.014
11. Schoder H., Knight R. J., Kofoed K. F. Regulation of pyruvate dehydrogenase activity and glucose metabolism in post-ischaemic myocardium // *Biochim Biophys Acta*. 1998. Vol. 1406 (1). P. 62–72. DOI: 10.1016/s0925-4439(97)00088-4
12. Thibodeau A., Geng X., Previch L. E. Pyruvate dehydrogenase complex in cerebral ischemia-reperfusion injury // *Brain Circ*. 2016. Vol. 2 (2). P. 61–66. DOI: 10.4103/2394-8108.186256
13. Wu M. Y., Yiang G. T., Liao W. T. Current Mechanistic Concepts in Ischemia and Reperfusion Injury // *Cell Physiol Biochem*. 2018. Vol. 46 (4). P. 1650–1667. DOI: 10.1159/000489241



УДК 911.3:33

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.05

**Дмитрий Леонидович Лопатников¹,
Шакира Шехадех²**

¹ Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

² Московский педагогический государственный университет,
Москва, Россия

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АРАБСКИХ СТРАН ПО БАЗОВЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ФАО

Аннотация. Актуальность статьи связана с тем, что несмотря на различные меры, принимаемые в первые десятилетия нынешнего века, отсутствие продовольственной безопасности остается нерешенной проблемой для арабских стран. В статье выявлено, что продовольственная безопасность в Арабском мире очень нестабильна, пространственно мозаична и связана, прежде всего, с уровнем доходов населения. Если для стран с низким уровнем доходов населения главная проблема — недоедание, то для стран с высоким доходом все более серьезной проблемой становится переедание (ожирение). В большинстве арабских стран нет самообеспечения по важнейшей стратегической культуре — пшенице. Слабость технических и логистических возможностей в большинстве арабских государств также является одной из основных причин снижения продовольственной безопасности. Усугубляют проблему военные конфликты в ряде арабских государств.

Ключевые слова: арабские страны, продовольственная безопасность, недоедание, переедание, средний доход, логистический индекс

UDC 911.3: 33

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.05

Dmitriy Leonidovich Lopatnikov¹,
Shakira Shehadeh²

¹ Moscow City University,
Moscow, Russia

² Moscow State Pedagogical University,
Moscow, Russia

ARAB FOOD SECURITY FAO BASELINE INDICATORS

Abstract. The relevance of the article is due to the fact, that despite various measures taken in the first decades of this century, food insecurity remains an unresolved problem for Arab countries. The article reveals that food security in the Arab world is very unstable, spatially mosaic and is primarily related to the level of income of the population. If malnutrition is the main problem for low — income countries, then overeating (obesity) is becoming an increasingly serious problem for high-income countries. In most Arab countries, there is no self-sufficiency in the most important strategic crop, wheat. The weakness of technical and logistical capabilities in most Arab States is also one of the main reasons for the decline in food security. The problem is aggravated by military conflicts in a number of Arab States.

Keywords: Arab countries, food security, malnutrition, overeating, average income, logistics index

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности стало вопросом первостепенной важности для арабских стран с разной степенью экономического развития. Целью данной статьи является определение взаимосвязей между двумя основными показателями продовольственной безопасности по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) (недоедание и ожирение) и между показателем среднего уровня дохода в арабских странах, в дополнение к некоторым показателям, которые были включены ФАО в четыре индикатора продовольственной безопасности и по которым последние статистические данные были доступны во всех арабских странах.

Исследование фокусируется на имеющихся данных и информации для выявления и объяснения проблемы, опираясь на первичные статистические источники, периодические издания и публикации, выпущенные такими международными организациями, как Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО ООН), Всемирный банк, а также такие научные литературные источники, как книги, статьи и т. п. на русском, английском и арабском языках.

Исследование было разделено на блоки: введение, базовые индикаторы продовольственной безопасности, состояние продовольственной безопасности по двум основным показателям Всемирной продовольственной и сельскохозяйственной организации, а именно недоедание и ожирение. Состояние продовольственной безопасности оценивалось также по показателю зависимости от импорта пшеницы и индексу логистической поддержки.

Базовые индикаторы продовольственной безопасности

Дословное значение понятия «безопасность» — это «спокойствие и защита». Аббас Фадим Альсади определяет безопасность как достижение самообеспеченности в производстве продуктов питания растительного и животного происхождения или, по крайней мере, стратегических продуктов; как обеспечение минимального уровня необходимых потребностей граждан в продовольствии на регулярной основе и по приемлемой цене; а также как необходимость изыскания резервных запасов продовольствия. Запасы продовольствия необходимы для обеспечения политической и экономической независимости любой страны, а в случае, если государство не в состоянии обеспечить вышеупомянутые запасы, они могут быть восполнены за счет импорта без какого-либо внешнего давления любого рода [5].

В различных исследованиях используются разные определения продовольственной безопасности. Некоторые исследователи определяют продовольственную безопасность как ситуацию, при которой члены сообщества удовлетворяют свои потребности в питании за то время, которое им необходимо для производства продуктов питания и жизнедеятельности [18]. Некоторые ученые определяют продовольственную безопасность как способность общества обеспечивать своих членов продуктами питания, позволяющими им вести здоровый и активный образ жизни; общество должно гарантировать это тем, чьи доходы невелики, независимо от того, произведено ли это средство на месте или импортировано из других стран [17].

При определении продовольственной безопасности мы должны различать абсолютную и относительную продовольственную безопасность. Как считает Валид Мохаммад, абсолютная продовольственная безопасность относится к производству продуктов питания, которые равны национальному спросу или превышают его, что называется самоэффективностью, а относительная продовольственная безопасность — это способность государства полностью или частично обеспечивать регулярные потребности своего населения в продовольственных товарах [13]. Как отмечено в Арабской организации сельскохозяйственного развития (1996), обеспечение продовольственными товарами может осуществляться не только на национальном уровне, но и за счет других стран [9].

Всемирный банк определяет продовольственную безопасность как способность людей иметь доступ к достаточному количеству продовольствия в любое время для здоровой жизни. Всемирный банк различает постоянную и временную продовольственную безопасность. Постоянная продовольственная безопасность означает постоянное наличие достаточного количества продовольствия, тогда как временная продовольственная безопасность не гарантирует этого.

Понятия продовольственной безопасности связаны с разрывом в питании, что означает разницу между стоимостью и количеством экспортируемых продуктов питания и стоимостью и количеством импортируемых продуктов. Если разрыв между экспортом и импортом увеличивается, то нарушается баланс торговли продуктами питания. Это может быть дефицит или избыток продовольственных товаров. Отсутствие продовольственной безопасности заключается в невозможности производить продукты питания из-за нехватки ресурсов и невозможности импортировать недостающие продукты питания [2]. Поэтому в государстве должны быть защита и обеспечение основных потребностей членов общества. Продовольственная безопасность является приоритетом основных требований населения. Она служит основой национальной безопасности и имеет важное значение для экономической, политической и социальной стабильности.

Проблемы недоедания и переизбытка в арабских странах

Распространенность недоедания оценивает долю населения, чье потребление пищи недостаточно для обеспечения пищевой энергии, необходимой для ведения нормальной, активной и здоровой жизни. Пищевая депривация или распространенность недоедания оцениваются путем сравнения потребления энергии (ккал) с преобладающими нормами потребности в энергии. О тех, кто потребляет меньше энергии, чем требуется, говорят, что они недоедают.

В таблице 1 приведены некоторые показатели, принятые ФАО при оценке состояния продовольственной безопасности арабских стран. Это такие показатели, как: процент недоедания населения, процент переизбытка (ожирения); показатель процентной зависимости от импорта пшеницы.

Как видно из таблицы 1, самый высокий процент недоедания населения в 2020 г. был зафиксирован в Сомали, а самый низкий — в Алжире, самый высокий процент переизбытка (ожирения) был зафиксирован в Кувейте, а самый низкий — в Сомали. Что касается показателя процентной зависимости от импорта пшеницы, то самый высокий был зафиксирован в ОАЭ, а самый низкий — в Сирии. Данные по некоторым странам, таким как Катар, Оман, Ливия, недоступны.

Таблица 1

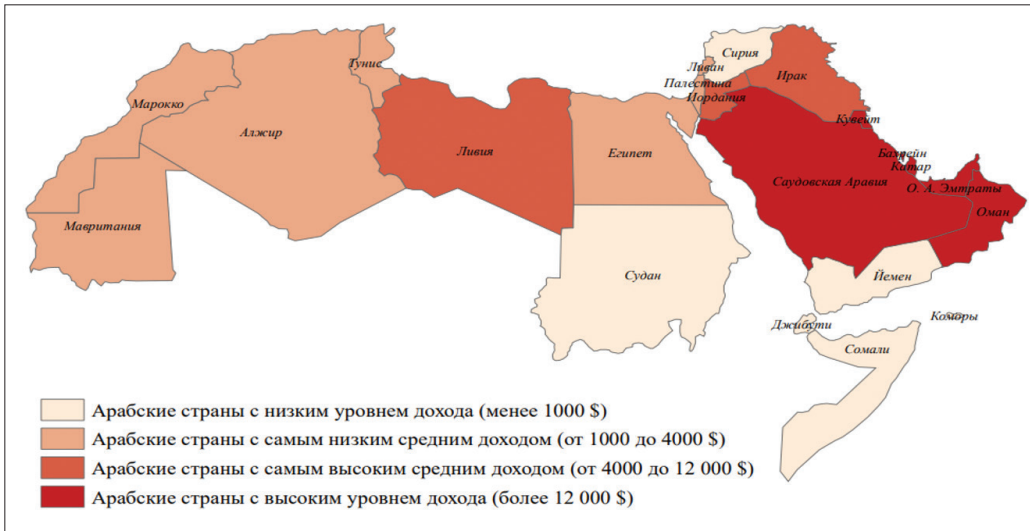
Некоторые избранные индикаторы, на основе которых оценивается ситуация с продовольственной безопасностью в Арабском регионе

Страна	Недоедание (%)	Ожирение (%)	Средне-душевой ВВП за 2020 год	Зависимость от импорта пшеницы (%)	Зерно (пшеница) на душу населения (кг/год)	Логистический индикатор (от 1 до 5)
Катар	–	33,4	52 000	–	158	3,4
ОАЭ	5,6	28,4	37 600	100	80	3,9
Саудовская Аравия	3,6	31,7	19 500	96	88	3,1
Оман	10	23,7	16 700	–	98	3,2
Кувейт	2,7	34,2	24 300	97,3	200	2,9
Бахрейн	–	26,4	23 000	90	–	2,9
Алжир	2,5	20,6	3300	72,2	180	2,5
Египет	5,1	23,5	3400	42,1	182	2,8
Марокко	5,6	25,6	3200	52,6	220	2,5
Иордания	17	29,1	4000	97	90	2,6
Ирак	16	24,3	4300	51,8	172	2,2
Тунис	3,1	19,8	3400	61,4	200	2,5
Ливан	11	28,3	5600	86,8	118	2,7
Мавритания	10,1	12,7	1800	67,5	107	2,3
Сирия	30	21,6	530	35,5	133	2,3
Ливия	–	25,8	7500	–	144	2,1
Йемен	41,4	12,4	700	95,3	62	2,1
Джибути	25	11,25	2900	100	–	2,6
Коморы	41	7,8	–	–	–	2,2
Палестина	–	27,1	3500	–	125	–
Судан	12,8	4	600	–	14	2,4
Сомали	53	4	416	–	50	2,2

Источник: составлено по: [15, 16, 20].

Показатели недоедания и ожирения тесно связаны с уровнем доходов населения (рис. 1). Среди арабских стран с высоким уровнем доходов были отмечены государства Персидского залива, ОАЭ, Саудовская Аравия, Катар, Бахрейн, Кувейт и Оман. Арабскими странами с самым высоким средним доходом являются Ирак, Ливия и Иордания. Большинство остальных арабских стран относятся к категории с доходом ниже среднего, например Марокко, Египет, Ливан, Мавритания, Коморские острова, Тунис, Алжир, Джибути и палестинские территории. Сирия, Йемен, Судан и Сомали относятся к категории стран с низким уровнем дохода.

Страны с самыми высокими показателями по уровню недоедания — государства Персидского залива, арабского Магриба и Египет — с показателем



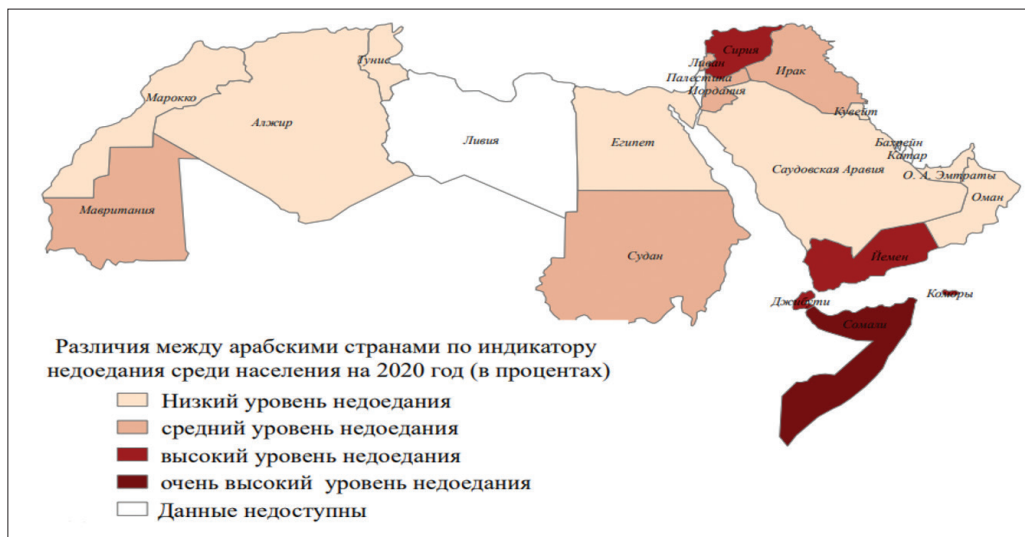
Источник: составлено по: [15].

Рис. 1. Различия по уровню среднего дохода на душу населения в арабских странах

менее 10 % недоедающих и средним потреблением калорий более 3500 (ккал на человека в день). Страны со средними показателями по уровню недоедания в 2021 г. — Ирак, Иордания, Судан и Мавритания, — процентная доля недоедающих варьировала от 10 до 20 %, а среднее потребление калорий составляло от 2500 до 3000 ккал на человека в день. Странами с самыми низкими показателями (более 25 %) признаны Сирия, Йемен, Сомали и Джибути, поскольку четверть населения Сирии и более половины из них в Йемене и Сомали страдают от недоедания, при этом среднее потребление калорий составляет менее 2000 ккал на человека в день [14, 7].

Основными причинами недоедания и острой нехватки продовольствия являются высокие цены на продовольствие в свете сокращения источников дохода и возможностей трудоустройства, поскольку средний душевой доход в Сирии, Судане и Йемене составляет менее 1000 долларов в год, что является самым низким доходом среди арабских стран (см. рис. 1). Это способствует ухудшению рациона питания с точки зрения количества и качества, а также слабому охвату санитарно-техническими средствами и несоблюдению правил личной гигиены. По мере обострения экономического кризиса многие семьи все чаще прибегают к получению гуманитарной помощи и становятся зависимыми от нее. Более того, семьи все чаще страдают от долгов, достигающих высокого уровня, превышающего платежеспособность, достаточную для покрытия основных потребностей. При высоком уровне задолженности семьи подвергаются серьезному риску, а любые внезапные потрясения приводят к резкому падению уровня продовольственной безопасности и уровень недоедания достигает критического уровня [19].

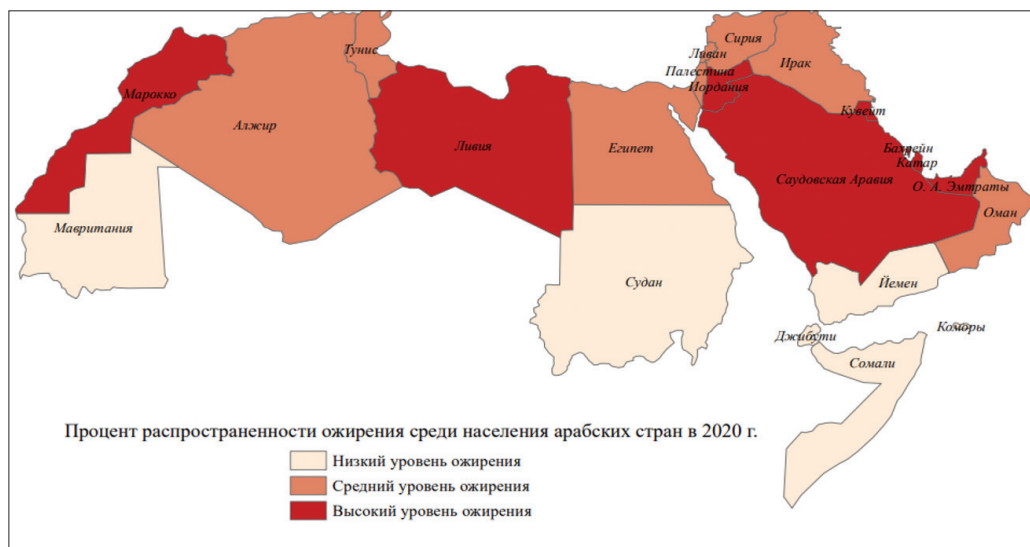
Недоедание тесно связано с наличием и доступом к продовольствию и, таким образом, с общей продовольственной безопасностью (рис. 2). В свою очередь, с недоеданием связаны различные заболевания, повышенная детская смертность и метаболический импринтинг в детстве, что приводит к долгосрочным проблемам развития. Мониторинг недоедания имеет решающее значение для отслеживания показателей продовольственной безопасности во всем мире и, в частности, в Арабском регионе в свете продолжающихся конфликтов и затяжных кризисов.



Источник: составлено по: [16].

Рис. 2. Различия между арабскими странами по показателю недоедания населения на 2020 г. (в процентах)

Распространенность ожирения в последние годы возростала тревожными темпами, особенно среди женщин. На рисунке 3 показана распространенность ожирения в арабских странах на 2022 г., согласно оценкам Всемирного банка. Самой проблемной страной с точки зрения процента ожирения населения был признан Кувейт, а наименее страдающей ожирением жителей — Сомали. Нефтяная революция в арабских государствах Персидского залива, сопровождавшаяся значительным ростом доходов и развитием промышленности и оказавшая в результате влияние на быстрое расширение городов, улучшение условий жизни, облегчение мобильности и доступа к дешевой рабочей силе мигрантов, привела к увеличению распространенности ожирения среди граждан этих государств. На рисунках 1 и 3 показана зависимость между ожирением и уровнем дохода. Существует большое расхождение между Катаром, Кувейтом и Саудовской Аравией, которые считаются странами с самым высоким уровнем дохода, с уровнем ожирения более 30 %, что выше, чем во всех европейских странах, например в Великобритании (26,3 %), и между Суданом,



Источник: составлено по: [16].

Рис. 3. Различия по индексу ожирения среди населения арабских стран (в %)

Сомали и Йеменом, чьи жители считаются людьми с самым низким доходом и уровнем ожирения, не превышающим 11 %.

Вестернизация в арабских странах привела, прежде всего, к большей доступности продуктов с высоким содержанием жиров, сахара и углеводов. В Ливане школьники отказываются от зерновых, овощей и фруктов в пользу питания, состоящего в основном из фастфуда [4]. Культурные особенности и традиции могут еще больше усугубить проблему ожирения. Например, в Саудовской Аравии и Кувейте увеличение потребления пищи является частью процесса социализации, который обычно основан на больших собраниях, где употребляют традиционные блюда, состоящие из риса (с высоким содержанием углеводов) и мяса (с высоким содержанием жира) [1]. Несмотря на то что люди в Бахрейне едят свежие фрукты три раза в неделю, они тем не менее едят фастфуд во время просмотра телевизора. Это повышает их предрасположенность к ожирению [3].

Среднее потребление жиров и белков в Арабском мире составляет 81 и 79 граммов на душу населения в день соответственно, эти показатели колеблются от 113 и 101 граммов на душу населения в день, в Кувейте — до 63 и 66 — в Ираке, и снижаются до 38 и 55 в Йемене [10]. Количество продовольствия, доступного на страновом уровне, можно оценить с помощью калорий, получаемых из всех запасов продовольствия (производство и импорт минус экспорт) каждый день и для каждого человека, учитываемых в показателе энергообеспеченности рациона питания ФАО. Несмотря на то что в период с 2019 по 2021 г. средний показатель потребления в Арабском регионе был выше (3048 ккал на душу населения в день), чем в среднем по миру (2693 ккал на душу

населения в день), между его странами наблюдались значительные различия. В странах Персидского залива и странах со средним уровнем дохода потребление калорий составляет в среднем более 3200 ккал на душу населения в день, в то время как в странах, находящихся в состоянии конфликта, и странах НРС на 23,69 и 18,34 % меньше — 2442 и 2613 ккал на душу населения в день соответственно. Кроме того, в период с 2010 по 2020 г. в странах региона наблюдались неравномерные изменения в обеспеченности их рациона энергией. Наибольший рост наблюдался как в странах ССАГПЗ, так и в странах НРС — на 5 и 7 % соответственно. Напротив, в странах со средним уровнем дохода и странах, находящихся в состоянии конфликта, уровень потребления калорий оставался на прежнем уровне или снижался. Наибольшее снижение произошло в Иордании (–10 %), за которой следуют Йемен (–5 %), Ливан (–4 %) и Египет (–3 %) [8].

Обеспеченность Арабских стран пшеницей

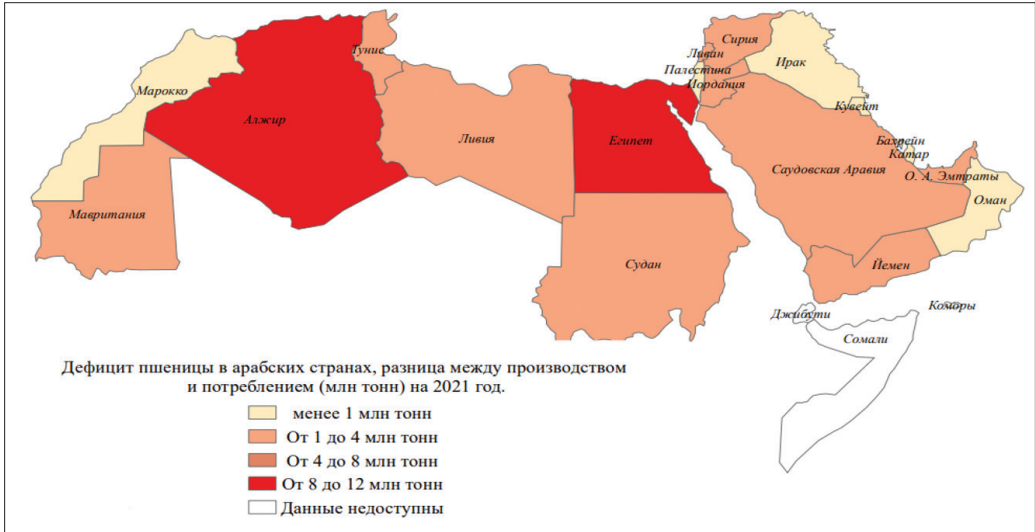
В связи с важностью пшеницы как стратегической культуры и основного источника питания для большей части населения планеты, и в частности в арабских странах, ФАО рассматривает производство, его соотношение с импортом, потребление пшеницы в качестве одного из главных показателей при оценке состояния продовольственной безопасности в государствах. Пшеница является основной в группе зерновых культур, поскольку на ее производство приходится около 48 % производства зерна в Арабском мире в 2020 г., что составляет 53,9 млн тонн, площадь посевов пшеницы оценивается примерно в 30 % от посевных площадей под зерновые в регионе. Около 44 % производства пшеницы в Арабском мире сосредоточено в пяти странах, среди которых лидирует Египет с объемом производства 9,2 млн тонн, на долю которого приходится 17,7 % от общего объема производства, за ним следует Марокко (11,2 %), затем Алжир (6,2 %), Ирак (5,8 %) и Сирия (3 %). С 2015 по 2020 г. темпы роста производства варьировались от одной страны к другой, так как в Египте они составляли 3 %, в Марокко — 2 %, а в остальных трех странах — 1 % [6].

Зависимость от импорта пшеницы (%) индикатор, который является частью измерения ее доступности, он оценивает степень, в которой внутреннее снабжение пшеницы зависит от импорта. Индикатор зависимости от импорта пшеницы рассчитывается следующим образом:

$$\frac{(\text{Импорт} - \text{Экспорт})}{(\text{Производство} + \text{Импорт} - \text{Экспорт})} \times 100.$$

Отрицательные значения означают, что страна является нетто-экспортером пшеницы. Чем меньше зависимость от импорта пшеницы, тем лучше. Это наблюдается, например, в Сирии и в Египте, где в 2017 году зафиксирован

самый низкий уровень зависимости от импорта пшеницы, не превышающий 35 и 50 % соответственно [20]. В то же время в Йемене, Иордании и странах Персидского залива зафиксирована очень высокая зависимость от импорта пшеницы, превышающая 90 % в каждой из стран. Что касается стран Магриба, то там зависимость от импорта пшеницы умеренная: 52 % в Марокко, 61 % в Тунисе и 72 % в Алжире. Ирак также достиг относительно низкого уровня зависимости — 52 % [20] (рис. 4).

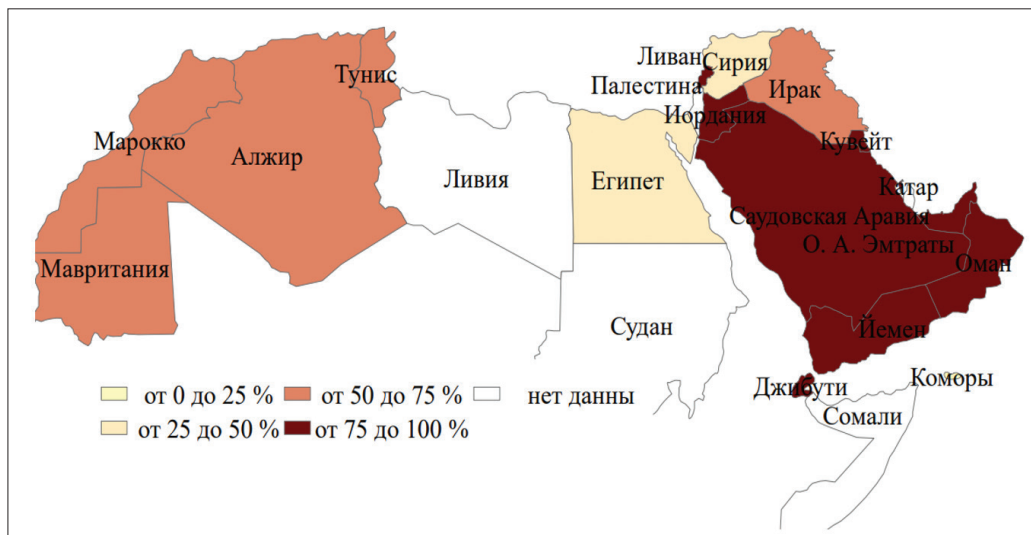


Источник: составлено по: [20].

Рис. 4. Разница между потреблением и производством пшеницы в арабских странах

Население Арабского мира хотя и составляет всего 5 % от населения земного шара, но потребляет более 25 % мирового экспорта зерна. Самообеспеченность арабских стран пшеницей составляет 41,6 %, что означает, что более половины арабского хлеба контролируется неарабами. Уровень дефицита производства пшеницы (разница между потреблением и производством) в арабских странах составляет 57,4 %, колеблясь от менее одного миллиона тонн в Ираке и Марокко до более 8 млн тонн в Египте и Алжире [6] (см. рис. 5).

Арабские страны являются крупными потребителями пшеницы в мире, хлеб служит наиболее важным элементом ежедневного рациона арабского населения. Чем ниже доход, тем выше потребление продуктов питания в процентах от дохода, а это означает, что беднейшие страдают больше всего. Вместе с этим доля пшеницы на душу населения в арабских странах ежегодно варьируется, поскольку в основных странах-производителях, таких как Марокко, она возрастает более чем до 200 кг, а в Египте, Алжире и Ираке колеблется между 150 и 200 кг, поэтому показатель зависимости от импорта пшеницы является низким. Что касается арабских стран Персидского залива, то ежегодная доля пшеницы на душу населения



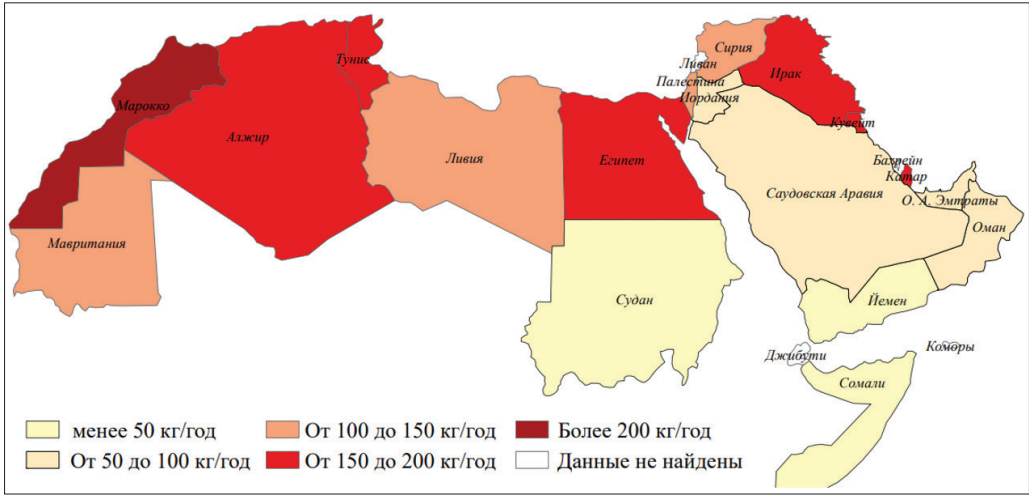
Источник: составлено по: [6].

Рис. 5. Процентное соотношение показателя зависимости от импорта пшеницы в арабских странах

в среднем не превышает 100 кг, за исключением Катара, где средний показатель был гораздо выше. Поскольку эти страны не являются странами-производителями пшеницы, они покрывают свои потребности за счет импорта (см. рис. 4). Среди арабских стран, в которых доля пшеницы на душу населения меньше среднемирового показателя в 90 кг в год, Судан, Сомали и Йемен производили менее 50 кг в год (рис. 6), в то время как данные о процентной зависимости от импорта пшеницы в этих странах отсутствуют, а учитывая, что они не являются странами, производящими пшеницу, и имеют низкий доход, дефицит не может быть покрыт за счет импорта и уровень недоедания населения высок.

Ситуация на Украине вызвала изменения в цепочке поставок пшеницы в Арабском регионе. Основными альтернативными экспортерами пшеницы для региона стали США, Канада, Индия, Франция, Австралия и Румыния. Чем дальше, тем выше надбавка к транспортным расходам и тем выше конечная цена пшеницы. В условиях возросшего мирового спроса на пшеницу эти альтернативные экспортеры могут быть не в состоянии полностью удовлетворить спрос в регионе.

Арабские страны сталкиваются со множеством одновременных кризисов, среди которых пандемия COVID-19 и ее длительные последствия. Примеры: 1) экономический и валютный кризисы в Ливане, а также потеря силосов с пшеницей в порту Бейрута в результате взрыва 4 августа; 2) конфликт в Йемене; 3) политические кризисы в Тунисе и Судане и т. д. Эти кризисы делают арабские страны беспомощными перед лицом «продовольственного шока», особенно в странах, страдающих от дефицита бюджета и истощения валютных резервов. Рост мировых цен на нефть приводит к систематическому росту цен



Источник: составлено по: [16].

Рис. 6. Доля пшеницы на душу населения в арабских странах в год (кг/год) на 2021 г.

на товары и услуги, включая продукты питания и напитки, и в целом к повышению стоимости жизни. Этот шок может иметь большие масштабы в арабских государствах-импортерах нефти [12]. В частности, к ним относятся страны, которые больше всего зависят от импорта пшеницы из России и Украины и не являются нетто-экспортерами или экспортерами нефти. Рост цен на пшеницу и продукты первой необходимости, а также их нехватка создают высокие риски голода среди бедного населения, усугубляет отсутствие продовольственной безопасности, что может спровоцировать голодные бунты. Арабские страны либо полностью зависят от частного сектора в покупке пшеницы, либо частично зависят от частных и частично от крупных государственных производителей муки. Арабские правительства чувствуют необходимость вмешаться, чтобы публично закупать больше пшеницы, чтобы обеспечить национальные резервы в условиях кризиса, что приводит к дальнейшему субсидированию пшеницы.

Проблема логистики продовольственных культур в арабских странах

Индекс эффективности логистики дает представление о качестве инфраструктуры, связанной с торговлей и транспортом. Он измеряет логистику страны, оценивая такие показатели, как эффективность процесса таможенного оформления, качество торговой и транспортной инфраструктуры, простота организации перевозок по конкурентоспособным ценам, способность отслеживать отправления и скорость, с которой поставки доходят до получателя. Этот показатель является частью измерения доступности продовольствия.

Индекс эффективности логистики помогает странам определить проблемы и возможности, с которыми они сталкиваются с точки зрения эффективности логистики и цепочек поставок, которые необходимы для надлежащего функционирования продовольственных рынков, и принять стратегии по улучшению логистических показателей. Эти показатели связаны с продовольственной безопасностью, поскольку они оценивают качество торговой и транспортной инфраструктуры, которые определяют доступ к продовольствию, в частности через портовую логистику и дорожную инфраструктуру [11].

Сокращение стоимости импорта продовольствия может усилить продовольственную безопасность. Это связано с тем, что доступность является основным фактором, сдерживающим импорт. Существуют значительные возможности для снижения стоимости импортируемых продуктов питания за счет инвестиций в инфраструктуру для хранения и транспортировки продуктов питания и общего улучшения управления цепочками импортных поставок и логистики. Эффективность импортных цепочек поставок значительно различается по всему Арабскому региону [21].

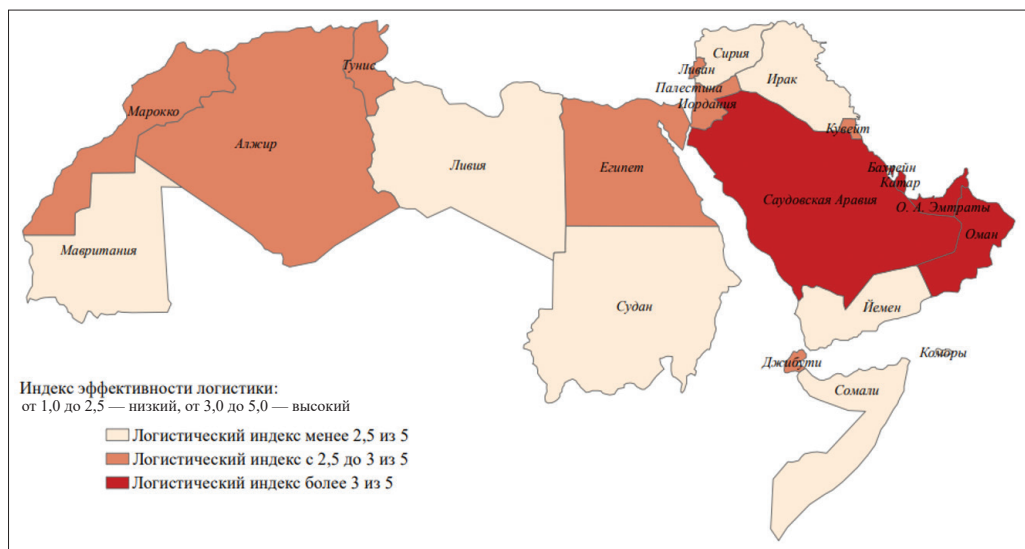
ОАЭ занимают первое место в списке арабских стран и стран Персидского залива в соответствии с индексом эффективности логистики Всемирного банка, который достиг (3,9 из 5), за ними следуют Катар (3,2) и Саудовская Аравия (3,1). Это способствует превращению Арабского региона из пользователя логистикой в новатора технологий. Эти страны имеют относительно хорошую инфраструктуру и хорошие торговые процедуры, поскольку импорт необходимых им продуктов питания в значительной степени зависит от торговли.

Некоторые страны, индекс эффективности логистики в которых колеблется около 2,5, такие как Египет, Марокко, Тунис, Алжир, Иордания и т. д., могут столкнуться с проблемами в обеспечении необходимыми продуктами питания на рынках, особенно в отдаленных районах. Есть страны, в которых эффективность логистических услуг ниже, чем в среднем по арабским странам. В таких государствах, как Сирия, Йемен и Сомали, он является одним из самых низких в мире из-за продолжающихся конфликтов и войн в течение многих лет, приводящих к хроническим проблемам в цепочках поставок продовольствия.

На рисунке 7 представлены индексы эффективности логистики в арабских странах.

Заключение

Продовольственная безопасность в Арабском мире в целом низкая и нестабильная. При этом она связана как с проблемами недоедания, так и проблемами переизбытка. Проблема недоедания наиболее остро стоит в странах с низким уровнем дохода и переживающих долгосрочные конфликты. Переизбыток как одна из проблем продовольственной безопасности, наиболее серьезна в арабских странах с высоким уровнем дохода, прежде всего в государствах —



Источник: составлено по: [16].

Рис. 7. Индекс эффективности логистики (от 1,0 до 2,5 — низкий, от 3,0 до 5,0 — высокий)

экспортерах нефти. Дефицит поставок в арабских странах основных продовольственных культур велик, особенно пшеницы, которая превращена в «военный товар». Положение с удовлетворением потребностей населения в продовольствии стало еще более угрожающим в связи с событиями на Украине из-за зависимости многих из арабских стран от поставок зерна из России и Украины.

Арабский регион имеет низкие показатели по индексу эффективности логистики Всемирного банка. В этом регионе есть три страны с самым низким индексом в мире. Конфликты в Арабском регионе привели к значительному сокращению как внутренних, так и иностранных инвестиций в сельскохозяйственный сектор. Это требует большой долгосрочной работы по устойчивому повышению урожайности и урожаев зерновых, прежде всего пшеницы, при одновременном повышении эффективности функционирования сельскохозяйственных и логистических систем.

Список источников

1. Аль-Кандари Я. Распространенность ожирения в Кувейте и его связь с социокультурными переменными // *Обзоры ожирения*. 2006. № 7 (2). С. 147–154. [Электронный ресурс]. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-789X.2006.00231.x> (дата обращения: 20.06.2023).
2. Аль-Касим С. Арабская продовольственная безопасность: настоящее и будущее. Иордания – Амман: Издательская корпорация Shoman, 1993. [Электронный ресурс]. URL: https://kitab.firmabikes.ru/pdf-l_mn_lgdhy_y_l_rby_hdrh_wmstqblh_22558.html (дата обращения: 20.06.2023).
3. Аль-Маннаи М., Аль-Авади А., Мусаикер А. Образ жизни и социальные факторы, связанные с ожирением среди взрослого населения Бахрейна [Электронный ресурс] // *Экология пищевого питания*. 2000. № 39 (2). С. 121–133. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03670244.2000.9991610> (дата обращения: 20.06.2023).
4. Аль-Отаймин А., Нужа М., Осман А. Ожирение: новая проблема в Саудовской Аравии. Анализ данных Национального исследования питания [Электронный ресурс] // *Журнал*

здравоохранения Восточного Средиземноморья». 2007. № 13 (2). С. 441–448. URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/117265/13_2_2007_441_448.pdf?sequence=1 (дата обращения: 20.06.2023).

5. Аль-Саади Ф. А. Продовольственная безопасность в Ираке, реальность и амбиции // Dar Al-Hikma Press for Printing and Publishing. Багдад, 1990. С. 9.

6. Анан И. Арабская пшеница и вопросы самодостаточности [Электронный ресурс] // Noon Post. 2022. URL: <https://www.noonpost.com/content/43579> (дата обращения: 20.06.2023).

7. Арабская организация сельскохозяйственного развития [Электронный ресурс] // Ежегодник арабской сельскохозяйственной статистики. Условия продовольственной безопасности арабских стран. 2021. URL: <https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/Arab-food-security-country-reviews-english.pdf> (дата обращения: 20.06.2023).

8. FAOSTAT: Статистические базы данных ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций) [Электронный ресурс]. URL: <https://search.library.wisc.edu/database/UWI12320> (дата обращения: 20.06.2023).

9. Арабская организация сельскохозяйственного развития. Конференция из серии «Создание сельскохозяйственной политики. Судан, Хартум, 1996.

10. Арабская организация сельскохозяйственного развития. Условия продовольственной безопасности арабских стран. Судан: Хартум, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.abhatoo.net.ma/> (дата обращения: 20.06.2023).

11. Ближний Восток, Саудовская Аравия и ОАЭ входят в топ-10 стран по «логистическим услугам». Выдающееся присутствие Персидского залива в списке двадцати. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://aawsat.com> (дата обращения: 20.06.2023).

12. Блог Инициативы арабских реформ. Влияние украинской войны на арабский регион: отсутствие продовольственной безопасности и в без того нестабильном контексте. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arab-reform.net/> (дата обращения: 20.06.2023).

13. Валид М. Концепции, связанные с продовольственной безопасностью [Электронный ресурс] // Специальные файлы. 2003. URL: <http://www.aljazeeraahnet/> (дата обращения: 20.06.2023).

14. Всемирный банк и Продовольственная и сельскохозяйственная организация. Распространенность недоедания (% населения) [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SN.ITK.DEFC.ZS> (дата обращения: 20.06.2023).

15. Всемирный банк. Классификация Всемирного банка стран мира по уровню дохода на душу населения. Откуда взялись арабские страны? [Электронный ресурс] // CNN на арабском языке. 2022. URL: <https://arabic.cnn.com/business/article/2022/07/21/Arab-countries-income-level-2022-23> (дата обращения: 20.06.2023).

16. Всемирный банк и Продовольственная и сельскохозяйственная организация [Электронный ресурс] // Индекс эффективности логистики (LPI). URL: <https://lpi.worldbank.org/international/global> (дата обращения: 20.06.2023).

17. Сауд А. Продовольственная безопасность с точки зрения ислама [Электронный ресурс] // Журнал исламских исследований и мысли для специализированных исследований. 2020. URL: https://www.misd.tech/wp-content/files_mf/jistrs/060103.pdf (дата обращения: 20.06.2023).

18. Тауфик С. Экономические последствия для продовольственной безопасности и бедности в арабском мире. Проблематика текущей ситуации и конфликт будущего. Багдад: Бейт Эльхикма, 1999.

19. Эль Сави А. Как обстоят дела с продовольственной безопасностью в арабском мире? Каким странам больше всего угрожает голод? [Электронный ресурс] // Новостной сайт Аль-Джазира. 2022. URL: <https://www.aljazeera.net/ebusiness> (дата обращения: 20.06.2023).

20. ЭСКЗА и Организация Объединенных Наций, Арабская система мониторинга продовольственной безопасности (обзоры стран). Бейрут: Ливан, 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/Arab-food-security-country-reviews-english.pdf> (дата обращения: 20.06.2023).

21. ЭСКЗА и Организация Объединенных Наций. Аналитические записки по вопросам продовольственной безопасности в арабском регионе. Бейрут: Ливан, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://www.arabdevelopmentportal.com/sites/default/files/publication/food-security-issues-arab-region-english_compressed.pdf (дата обращения: 20.06.2023).
22. ЭСКЗА и Организация Объединенных Наций. Отслеживание продовольственной безопасности в арабском регионе. Бейрут: Ливан, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/tracking-food-security-arab-region-english_1.pdf (дата обращения: 20.06.2023).

References

1. Al-Kandari Y. The prevalence of obesity in Kuwait and its relation to socio-cultural variables. *Obesity Reviews*. [Electronic resource]. 2016. № 7 (2). P. 147–154. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-789X.2006.00231.x> (accessed: 20.06.2023).
2. Al-Qasim S. Arab food security: present and future. Jordan – Amman: Shoman Publishing Corporation. 1993. [Electronic resource]. URL: https://kitab.firmabikes.ru/pdf/mn_lgdhy_y_1_rby_hdrh_wmstqblh_22558.html (accessed: 20.06.2023).
3. Al-Mannai M., Al-Awadi A., Musaiker A. Lifestyle and social factors associated with obesity among adults in Bahrain [Electronic resource] // *Ecology of food nutrition*. 2000. № 39 (2). P. 121–133. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03670244.2000.9991610> (accessed: 20.06.2023).
4. Al-Otaymin A., Nuzha M., Osman A. Obesity: a new problem in Saudi Arabia. Analysis of data from the National Nutrition Survey [Electronic resource] // *Journal of Health of the Eastern Mediterranean*. 2007. № 13 (2). P. 441–448. URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/117265/13_2_2007_441_448.pdf?sequence=1 (accessed: 20.06.2023).
5. Al-Saadi F. A. Food Security in Iraq. Reality and Ambition // Dar Al-Hikma Press for Printing and Publishing. Baghdad, 1990. P. 9.
6. Anan I. Arabic wheat and self-sufficiency issues [Electronic resource] // *Noon Post*. 2022. URL: <https://www.noonpost.com/content/43579> (accessed: 20.06.2023).
7. Arab Organization for Agricultural Development [Electronic resource] // *Yearbook of Arab Agricultural Statistics. Food Security Conditions of Arab Countries*. 2021. URL: <https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/arab-food-security-country-reviews-english.pdf> (accessed: 20.06.2023).
8. FAOSTAT. Statistical databases of the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). [Electronic resource]. URL: <https://search.library.wisc.edu/database/UWI12320> (accessed: 20.06.2023).
9. Arab Organization for Agricultural Development. Conference from the series “Creating Agricultural Policies”. Sudan: Khartoum, 1996.
10. Arab Organization for Agricultural Development. Food Security Conditions for Arab Countries, Sudan: Khartoum, 2021. [Electronic resource]. URL: <http://www.abhatoo.net.ma/> (accessed: 20.06.2023).
11. The Middle East. Saudi Arabia and the UAE are in the top 10 countries for “logistics services”. The outstanding presence of the Persian Gulf in the list of twenty. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://aawsat.com> (accessed: 20.06.2023).
12. Arab Reform Initiative Blog. The impact of the Ukrainian war on the Arab region: food insecurity in an already unstable context. 2022. [Electronic resource]. URL: <https://www.arab-reform.net/> (accessed: 20.06.2023).
13. Waleed M. Concepts related to food security [Electronic resource] // *Special files*. 2003. URL: <http://www.aljazeera.net/> (accessed: 20.06.2023).
14. World Bank and Food and Agriculture Organization. Prevalence of undernourishment (% of population). [Electronic resource]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SN.ITK.DEFC.ZS> (accessed: 20.06.2023).

15. World Bank. World Bank classification of the countries of the world by per capita income. Where did the Arab countries come from? [Electronic resource] // CNN in Arabic. 2022. URL: <https://arabic.cnn.com/business/article/2022/07/21/arab-countries-income-level-2022-23> (accessed: 20.06.2023).
16. World Bank and Food and Agriculture Organization [Electronic resource] // Logistics Performance Index (LPI). URL: <https://lpi.worldbank.org/international/global> (accessed: 20.06.2023).
17. Saud A. Food Security from an Islamic Perspective [Electronic resource] // Journal of Islamic Studies and Thought for Specialized Studies. 2020. URL: https://www.misd.tech/wp-content/files_mf/jistsr/060103.pdf (accessed: 20.06.2023).
18. Tawfiq S. Economic implications for food security and poverty in the Arab world. The problems of the current situation and the conflict of the future. Baghdad: Beit Elhikma, 1999.
19. El Savy A. How is food security in the Arab world? Which countries are most threatened by hunger? [Electronic resource] // News site Al Jazeera. 2022. URL: <https://www.aljazeera.net/ebusiness> (accessed: 20.06.2023).
20. ESCWA and the United Nations. Arab Food Security Monitoring System (Country Reviews). Beirut: Lebanon, 2021. [Electronic resource]. URL: <https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/arab-food-security-country-reviews-english.pdf> (accessed: 20.06.2023).
21. ESCWA and the United Nations. Policy Notes on Food Security in the Arab Region. Beirut: Lebanon, 2019. [Electronic resource]. URL: https://www.arabdevelopmentportal.com/sites/default/files/publication/food-security-issues-arab-region-english_compressed.pdf (accessed: 20.06.2023).
22. ESCWA and the United Nations. Tracking food security in the Arab region. Beirut: Lebanon, 2019. [Electronic resource]. URL: https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/tracking-food-security-arab-region-english_1.pdf (accessed: 20.06.2023).

УДК 911.3:33

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.06

Максим Олегович Марцинишин

Институт географии РАН,
Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ОТРАСЛЕВУЮ СТРУКТУРУ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ США

Аннотация. В статье приводится историко-географический анализ влияния Первой мировой войны на территориально-отраслевую структуру внешней торговли США. Для поставленной цели были использованы данные международных и американских статистических ресурсов: U.S. Bureau of Economic Analysis, U.S. Census Bureau, World Trade Organization и т. д. В ходе исследования были определены факторы, влияющие на общие и региональные особенности в развитии экспорта и импорта США, а также выявлены закономерности изменения ее товарной структуры и географической направленности. По итогам исследования сделан вывод о том, что Первая мировая война стимулировала экономическое развитие страны, значительно расширив ее влияние на международной арене.

Ключевые слова: географическая структура внешней торговли, отраслевая структура внешней торговли, Первая мировая война, экономика США

UDC 911.3:33

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.06

Maksim Olegovich Martsinishin

Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

THE IMPACT OF THE FIRST WORLD WAR ON THE TERRITORIAL AND SECTORAL STRUCTURE OF US FOREIGN TRADE

Abstract. The article provides a historical and geographical analysis of the impact of the First World War on the territorial and sectoral structure of US foreign trade. For this purpose, data from international and American statistical resources were used: U.S. Bureau of Economic Analysis, U.S. Census Bureau, World Trade Organization, etc. Factors influencing general and regional features in the development of US exports and imports are identified, and patterns of changes in its commodity structure and geographic focus are identified. Based on the results of the study, it was concluded that the First World War stimulated the economic development of the country, significantly expanding its influence in the international arena.

Keywords: geographical structure of foreign trade, sectoral structure of foreign trade, the First World War, the US economy

Введение

Накануне Первой мировой войны экономика США находилась в состоянии спада. Однако с 1914 по 1918 г. последовал экономический подъем который вначале был обусловлен высоким спросом европейских стран на американские товары. Затем сами Соединенные Штаты стали непосредственным участником военного конфликта, сделав окончательный переход экономики на военную основу. Вступление США в войну в 1917 г. привело к массовым федеральным расходам, которые сместили акцент производства с гражданских товаров на военные [1].

В течение первых двух с половиной лет боевых действий США занимали позицию нейтралитета и экономический рост достигался в основном за счет экспорта товаров. Общая стоимость американского экспорта выросла с 2,4 млрд долларов в 1913 г. до 6,2 млрд долларов в 1917 г. [1]. Большая часть экспорта в основном приходилась на союзников, таких как Великобритания, Франция и Россия, которые усердно стремились приобрести американский хлопок, пшеницу, медь, каучук, автомобили, машиностроительную продукцию и тысячи других сырьевых и готовых товаров. Такая значительная потребность в американской продукции отображена в статистике. Например, экспорт металлов, автомобилей и машиностроительной продукции вырос с 480 миллионов долларов в 1913 г. до 1,6 млрд долларов в 1916 г., а экспорт продовольственных товаров за этот же период вырос с 190 миллионов долларов до 510 миллионов долларов.

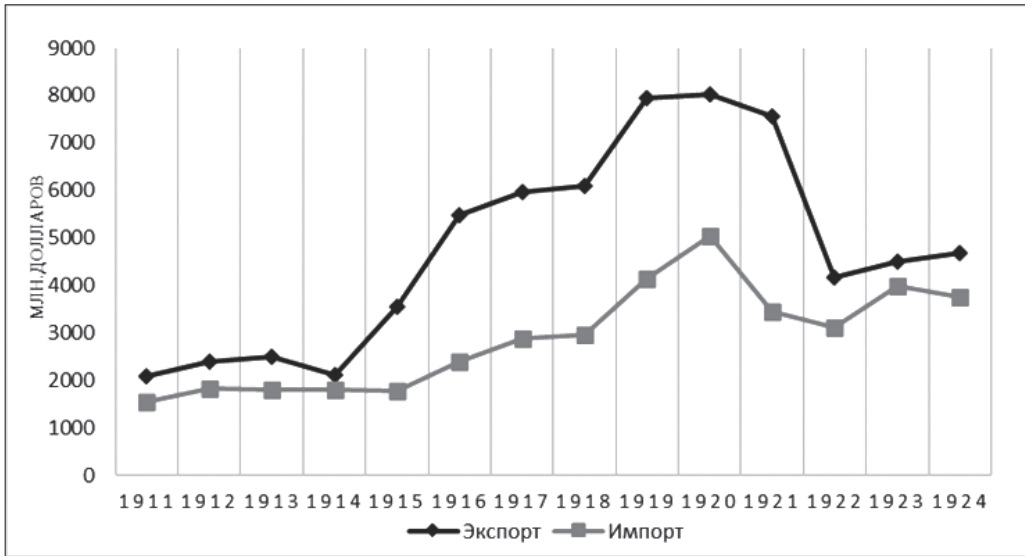
Первая мировая война была первой современной механизированной войной, потребовавшей колоссальных ресурсов для оснащения и снабжения огромных армий и обеспечения их средствами ведения боя. Такого рода война зависела от того, что многие историки называли параллельной войной производства, которая поддерживала работу военной мощи страны.

Информационной базой исследования послужили открытые базы данных Бюро экономического анализа и Министерства торговли США, а также статистические сведения из отчетов Всемирной торговой организации, которые позволили оценить изначальное состояние внешней торговли США и проследить ее отраслевые изменения и географические сдвиги за рассматриваемый период.

Экспорт и импорт США во время Первой мировой войны

Война привела к значительному расширению внешней торговли с Соединенными Штатами, общий объем которой за 1916 г. почти вдвое превысил средний объем за 1911–1914 гг., что свидетельствует об открытости экономики страны [3].

В указанный период был отмечен стремительный рост экспортной квоты в структуре внешней торговли США (рис. 1), что демонстрирует увеличение интенсивности международных торгово-экономических связей и повышение



Источник: составлено автором по данным Bureau of Economic Analysis; Trade statistics for international business development.

Рис. 1. Объемы внешней торговли США с 1911 по 1924 г., млн долларов

конкурентоспособности, кооперации и специализации отдельных отраслей и сфер экономики страны в мировом хозяйстве. При этом начало роста совпадает с началом военного конфликта. Экспорт товаров составил почти 12 % ВВП страны в 1916 г., что примерно вдвое больше, чем в 1914 г. Кроме того, аномальным фактором является растущий разброс между экспортом и импортом в те годы. При таком условии никакое развитие торговых отношений не может быть стабильным, когда экспорт страны продолжает год за годом более чем в два раза превышать импорт, особенно когда покупаемые и продаваемые товары исчисляются миллиардами. Такая тенденция прослеживалась в американской экономике с 1914 по 1921 г. [7].

Отраслевая структура экспорта и импорта США во время Первой мировой войны

Несомненно, о наиболее важных изменениях внешней торговли свидетельствует смещение акцента с одной группы товаров на другую. Для более детального анализа структуры внешней торговли США за рассматриваемый период можно разделить товары, покупаемые и продаваемые за границей, на несколько экономических классов: минеральные ресурсы, продукты питания, полуфабрикаты, готовые изделия и прочее.

Период с 1910 по 1914 г. являлся более оптимальным промежутком времени для развития торговли страны, в отличие от следующего периода, который проходил с 1915 по 1919 г. Полный контраст между двумя периодами

в отношении структуры экспорта и импорта не выглядит более выражено на основе статистических данных, поскольку некоторая часть товаров не была внесена в отчеты американского правительства [7].

Среди экспортных поставок хлопков оставался наиболее важной партией в довоенный и послевоенный периоды (табл. 1). Фактическое количество хлопка, проданного за границу с 1915 по 1919 г., было незначительно больше, чем с 1910 по 1914 г.

Таблица 1

Объемы экспорта США в довоенный и послевоенный периоды, тыс. долларов

Группа товаров	Объемы экспорта в тыс. долларов	
	1910–1914	1915–1919
Минеральные ресурсы	110 514	227 142
Автомобили и запчасти	23 368	106 856
Полуфабрикаты	106 190	428 169
Ткани	551 890	566 416
Машиностроительная продукция, кроме электротехнической и сельскохозяйственной	103 523	232 231
Животные жиры и масла	84 475	133 561
Табачные изделия	44 686	83 370
Изделия из чугуна и стали	85 084	63 967
Медь	112 377	15 352
Итого	1 222 107	1 857 064

Источник: составлено автором по данным: Trade statistics for international business development; Кноема.

Данное обстоятельство является отражением снижения транспортных возможностей и производственных мощностей в Европе в течение этого периода. В связи лимитированной пропускной способностью Европа ограничила свое гражданское население и импортировала только минимальное количество хлопка для удовлетворения невоенных потребностей. Международный спрос на американский хлопок был постоянным в период с 1920 по 1924 г. (с. 2 и 3) [8].

Это указывает не столько на потребность зарубежных стран, сколько на их ограниченную покупательную способность и неблагоприятные обменные курсы в Европе и Латинской Америке, хотя ни Южная, ни Центральная Америка не покупают хлопок в США, так как они импортируют промышленные хлопчатобумажные изделия из Европы. Сокращения закупок этих товаров из Европы косвенно означало снижение спроса на хлопок в Соединенных Штатах. Колебания стоимости с 1920 по 1924 г. указывают на изменения цен, о чем свидетельствуют графики на рисунках 2 и 3 [8].

Более ранние попытки европейских предпринимателей осуществить производство хлопка в других регионах, таких как Индия и Африка, потерпели неудачу, поскольку местные производители отказались сосредоточиться



Источник: составлено автором по данным Trade statistics for international business development; Кноема.

Рис. 2. Структура экспорта США в 1920 г. (%)



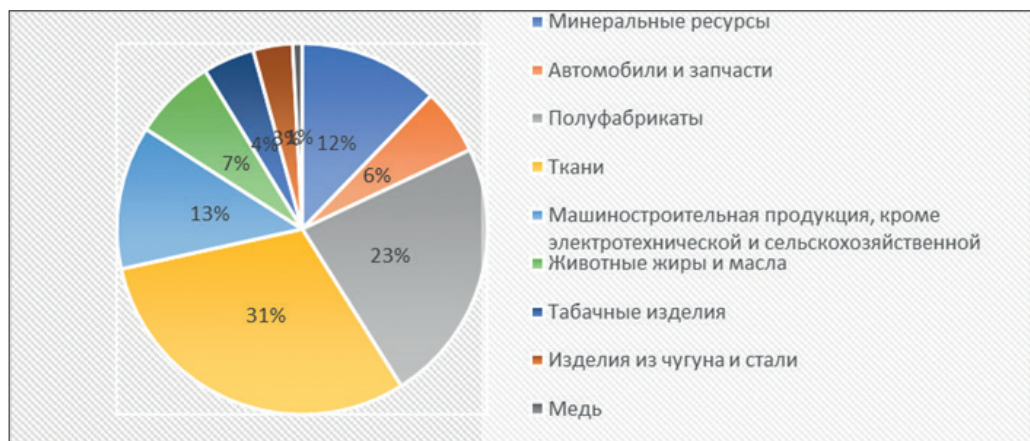
Источник: составлено автором по данным Trade statistics for international business development; Кноема.

Рис. 3. Структура экспорта США в 1924 г. (%)

на монокультурном производстве хлопка на экспорт. Именно по вышеуказанным аспектам Соединенные Штаты приобрели конкурентное преимущество в развитии хлопчатобумажного хозяйства.

Что касается такой товарной группы, как нефтепродукты, то очевидно, что их наличие является необходимым условием развития как для военной, так и для мирной промышленности. Значительное увеличение объема экспорта данной товарной группы в 1915–1919 гг. по сравнению с 1910–1924 гг., несомненно, имеет связь с масштабным использованием двигателей в военных целях (см. рис. 4).

А незначительный рост экспорта нефтепродуктов с 1919 г. указывает скорее на увеличение потребностей в бензине для коммерческих транспортных



Источник: составлено автором по данным Trade statistics for international business development; Кноена.

Рис. 4. Структура экспорта США в период 1915–1919 гг. (%)

компаний или для развития автомобилестроения. Примечателен тот факт, что пшеница и мука, которые долгое время занимали вторую позицию среди экспортных товарных групп страны, уступили позицию нефтепродуктам. Данное изменение связано со становлением США как одного из крупнейших производителей бензина в мире.

То, что автомобили и запчасти также занимали ключевое место во внешней торговле страны, свидетельствует о тенденции современной жизни. Экспорт данной товарной группы с 1915 по 1919 г. по сравнению с предыдущим периодом отражает военные потребности союзников, однако экспорт в 1920 г. почти в три раза превышал объем в военный период [9].

Кризис 1921 г. привел к значительному снижению количества автомобилей, проданных за границу, но, несмотря на стремительное снижение цен на автомобили в течение последних четырех лет, а также на снижение покупательной способности и низкие курсы обмена за рубежом, продажи американских автомобилей и запчастей в зарубежные страны в течение 1924 г. составили почти в два раза больше, чем в среднем за год военного периода, или почти в десять раз больше, чем в среднем за период с 1910 по 1914 г.

Отдельное внимание стоит уделить товарной группе «полуфабрикаты», которые на протяжении всего военного периода занимали существенную часть экспорта США. К ней относилось большое количество товаров, но значительная доля приходилась на товары, изготовленные из дерева, железа и стали. Первая мировая война являлась современной войной. Применение позиционной войны, а также внедрение новых видов оружия, таких как пулеметы, огнеметы, танки, сильно повлияли на ориентированность промышленности страны. Технологии, использовавшиеся во время войны, отражали мировую тенденцию к индустриализму и применению методов массового производства.

Соединенные Штаты Америки благодаря развитой черной металлургической базе имели возможность производить многие востребованные странами Европы товары: оружие, боеприпасы, экипировку, танки, корабли и многое другое. Использование железа и стали помогло определить исход Первой мировой войны. Тем не менее продукция деревообрабатывающей промышленности все еще играла крайне важную роль. Древесина использовалась для строительства траншей, железных дорог, полевых станций и больниц, а остатки сырья — для строительства телефонных столбов и телеграфных линий, подпорок для мин и блиндажей внутри траншей. Поскольку перевозку древесины через океан больше нельзя было осуществлять и, понимая возможности европейских союзников, армия США сформировала лесохозяйственные подразделения и центры на территории Франции для осуществления добычи и обработки древесины. Поэтому часть показателей данной товарной группы не была включена в статистику внешней торговли страны.

Долгое время первое место среди товарных групп занимал сахар, объем импорта которого в 1924 г. был в два раза больше, чем в среднем за год до Первой мировой войны (табл. 2).

Таблица 2

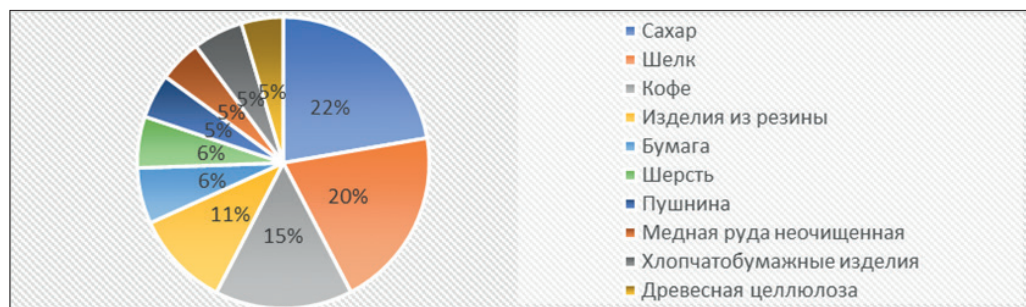
Объемы импорта США в довоенный и послевоенный периоды, тыс. долларов

Группа товаров	Объемы импорта в тыс. долларов	
	1910–1914	1915–1919
Сахар	104 532	231 494
Шелк	77 085	148 357
Кофе	106 190	120 317
Изделия из резины	86 345	157 626
Бумага	4876	25 187
Шерсть	39 259	152 952
Пушнина	14 767	14 767
Медная руда неочищенная	47 748	68 192
Хлопчатобумажные изделия	67 413	46 629
Древесная целлюлоза	14 631	28 077
Итого	562 846	993 598

Источник: составлено автором по данным Trade statistics for international business development; Кноема.

Несмотря на значительно низкое потребление сахара на душу населения в 1916 и в 1918 г., значимость этой товарной группы сохранялась в годы войны. Как и сахар, два ключевых импортных товара — шелк и кофе — не пострадали в военное время. Аналогичная тенденция наблюдалась и с бумагой. Проблема нехватки газетной бумаги стала острой во время войны. Большая часть импорта газетной бумаги, а именно 4/5, приходилось на Канаду, которая, в свою очередь, ставила под угрозу законодательство, направленное на предотвращение уничтожения лесов. В целом импорт представленных товарных групп увеличился

за годы войны по сравнению со средним довоенным годом и заметно увеличился после заключения Версальского договора, за исключением кризиса в 1921 г. (рис. 5).



Источник: составлено автором по данным Trade statistics for international business development; Кноена.

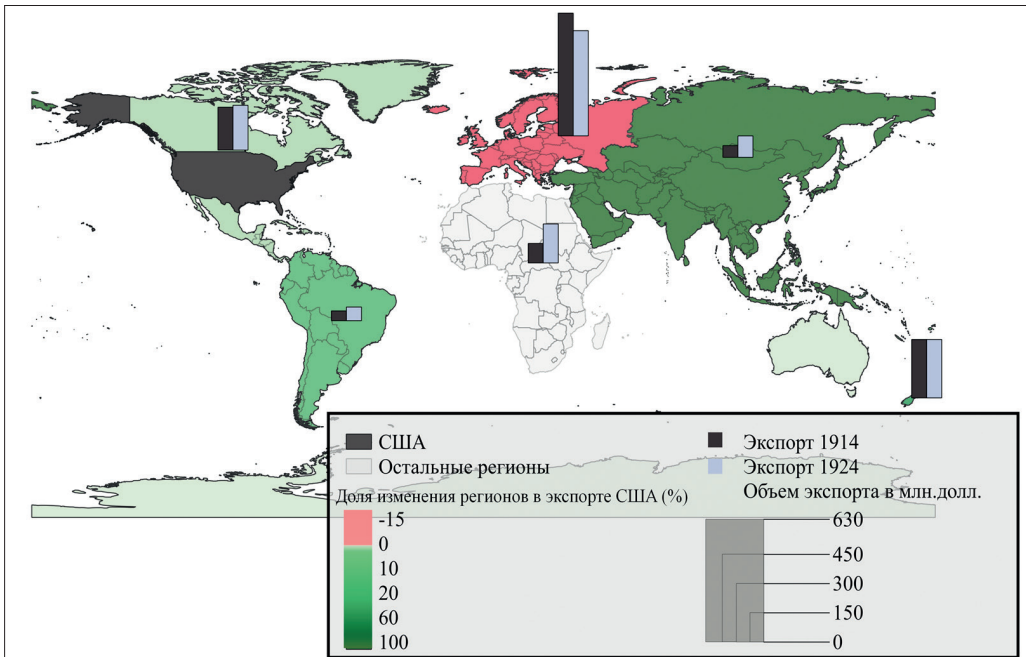
Рис. 5. Структура импорта США в 1924 г. (%)

Географическая структура экспорта и импорта США во время Первой мировой войны

Военные действия в мире повлияли не только на количество и качество американской внешней торговли, но и на ее географическое распределение. По-прежнему Канада, Мексика и страны Центральной Америки являлись ключевыми торговыми партнерами страны, в силу географической близости регионов. Несмотря на повышенный спрос американских товаров со стороны охваченных войной стран Европы, страны-соседи продолжали развивать внешнеторговые отношения с США. Так, с 1919 по 1924 г. доля товаров, отправленных в Центральную и Южную Америку, увеличилась, особенно после окончания военного периода (рис. 6).

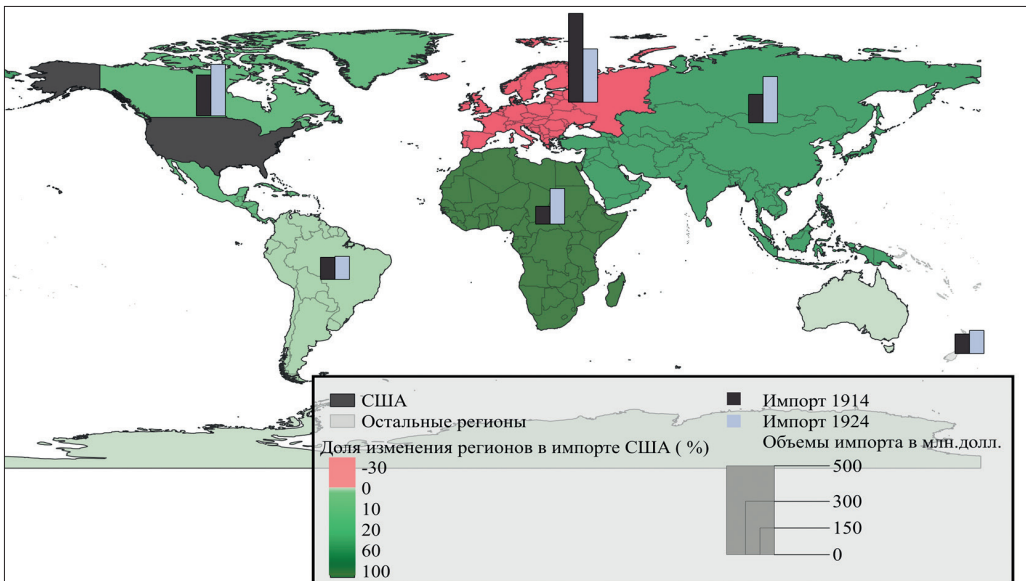
Что касается Европы и Азии, то доля объема экспорта США увеличилась в период войны, но не так значительно, как с Южной Америкой. В довоенный период примерно 3/4 всех американских продаж за рубежом приходилось на данный регион.

Импорт из Северной, Южной Америки и Азии увеличился, в то время как импорт из Европы сократился. Основными причинами такого снижения являлись растущие потребности США в шкурах из Аргентины, цитрусах из Чили, нефти из Мексики, металлах, древесине, сахаре из других стран Латинской Америки, шелке из Японии и Индии, что и привело к такому направлению развития внешнеторговых отношений США (рис. 7).



Источники: составлено автором по данным Trade statistics for international business development; World Trade Organization; International Trade Administration U.S. Department of Commerce.

Рис. 6. Объем экспорта США по регионам мира в 1914 и 1924 гг.



Источники: составлено автором по данным Trade statistics for international business development; World Trade Organization; International Trade Administration U.S. Department of Commerce.

Рис. 7. Объем импорта США по регионам мира в 1914 и 1924 гг.

Заключение

Остановимся на ключевых моментах, которые формируют результаты настоящего исследования.

Во-первых, было установлено, что Первая мировая война стимулировала экономическое развитие страны, так как на протяжении всех четырех лет США выступали главными поставщиками необходимых товаров для воюющих стран. Общая доля экспорта страны увеличилась в несколько раз, что привело к экономическому подъему и еще большему увеличению доли США в мировом промышленном производстве.

Во-вторых, анализ исторической динамики внешней торговли показал, что товарная структура экспорта и импорта оставалась разнообразной и не претерпела значительных изменений, как в довоенный, так и в послевоенный период, изменился только объем внешнеторгового оборота. Такое увеличение было вызвано ростом спроса регионов мира в ходе Первой мировой войны, в частности рост экспорта нефтяной продукции связан с масштабным использованием двигателей в военных целях.

В-третьих, были выявлены пространственные закономерности и незначительные изменения американской торговли, которые демонстрируют положительную тенденцию взаимодействия США с разными регионами, как в довоенный, так и в послевоенный период. Несмотря на первенство Европы по объемам торговли с США, в регионе прослеживается незначительное сокращение экспортных и импортных поставок в послевоенный период, что демонстрирует не столько спад спроса стран Европы, а сколько их ограниченную покупательную способность и неблагоприятные обменные курсы.

Таким образом, в 1919 г. Соединенные Штаты впервые в истории стали всерьез претендовать на роль глобального экономического лидера. Существенный ущерб, нанесенный войной европейским экономикам, позволил США увеличить отрыв экономической мощи от своих традиционных международных конкурентов. В итоге США впервые превратились в кредиторов Старого Света [4].

Список источников

1. Берсенева И. В. Поиск Внешнеполитической стратегии США в Первой мировой войне: от периферийной державы до влиятельного игрока международной политики // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. Серия: Культурология. 2022. № 1. С. 11–19. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-1-1-11-19
2. История США: пособие для вузов. М.: Дрофа, 2004. 576 с.
3. Ушанов С. А. Роль и место Соединенных Штатов Америки в международном обмене товаров и услуг // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2017. Т. 25. № 4. С. 498–509.

4. Отрокова О. Ю. Англо-американские отношения в 1916–1917 гг.: борьба по вопросам будущего мира. Мирное наступление В. Вильсона // Гуманитарный вестник. 2017. № 9 (59). С. 1–10. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-1-1-11-19
5. The Cambridge economic history of the United States in the twentieth century. Edited by Stanley L. Engerman and Robert E. Gallman. 2000. 462 p.
6. The Foreign Trade of the United States from 1914 to 1924. Harry T. Collings. 1926. P. 69–87.
7. Our trade in the Great War. Mark Jefferson. 1917. P. 474–480. DOI: 10.2307/207691
8. The Postwar Demand for United States Exports. J. Hans Adler. 1946. P. 22–23. DOI: 10.2307/1926683
9. Revisionism Reconsidered: Exports and American Intervention in World War I. Edited by Benjamin O. Fordham. 2007. P. 277–310.
10. Bureau of Economic Analysis U.S. Department of Commerce [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bea.gov/> (дата обращения: 22.04.2022).
11. International Trade Administration U.S. Department of Commerce [Электронный ресурс]. URL: <https://www.trade.gov/> (дата обращения: 15.06.2022).
12. Кноема [Электронный ресурс]. URL: <https://кноема.com/> (дата обращения: 19.04.2022).
13. Trade statistics for international business development. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.trademap.org/> (дата обращения: 15.06.2022).
14. U.S. Bureau of Labor Statistics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bls.gov/> (дата обращения: 22.04.2022).
15. World Trade Organization [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wto.org/> (дата обращения: 22.04.2022).

References

1. Berseneva I. V. The search for the US foreign policy strategy in the First World War: from a peripheral power to an influential player in international politics // International Journal of Humanities and Natural Sciences. Series: Cultural studies. 2022. № 1. P. 11–19. (In Russ.). DOI: 10.24412/2500-1000-2022-1-1-11-19
2. The history of the USA: A guide for universities. M.: Drofa, 2004. 576 p. (In Russ.).
3. Ushanov S. A. The role and place of the United States of America in the international exchange of goods and services // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Economics. 2017. Vol. 25. № 4. P. 498–509. (In Russ.).
4. Otrokova O. Yu. Anglo-American relations in 1916–1917: the struggle on issues of the future world. V. Wilson's peaceful offensive // Humanitarian Bulletin. 2017. № 9 (59). P. 1–10. (In Russ.). DOI: 10.18698/2306-8477-2017-9-471
5. The Cambridge economic history of the United States in the twentieth century. Edited by Stanley L. Engerman and Robert E. Gallman, 2000. 462 p.
6. The Foreign Trade of the United States from 1914 to 1924. Harry T. Collings. 1926. P. 69–87.
7. Our trade in the Great War. Mark Jefferson. 1917. P. 474–480. DOI: 10.2307/207691
8. The Postwar Demand for United States Exports. J. Hans Adler. 1946. P. 22–23. DOI: 10.2307/1926683

9. Revisionism Reconsidered: Exports and American Intervention in World War I. Edited by Benjamin O. Fordham. 2007. P. 277–310.
10. Bureau of Economic Analysis U.S. Department of Commerce [Electronic resource]. URL: <https://www.bea.gov/> (accessed: 22.04.2022).
11. International Trade Administration U.S. Department of Commerce [Electronic resource]. URL: <https://www.trade.gov/> (accessed: 15.06.2022).
12. Knoema [Electronic resource]. URL: <https://knoema.com/> (accessed: 19.04.2022).
13. Trade statistics for international business development. [Electronic resource]. URL: <https://www.trademap.org/> (accessed: 15.06.2022).
14. U.S. Bureau of Labor Statistics [Electronic resource]. URL: <https://www.bls.gov/> (accessed: 22.04.2022).
15. World Trade Organization. [Electronic resource]. URL: <https://www.wto.org/> (accessed: 22.04.2022).

УДК 910.3:911.3:913

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.07

Ольга Владимировна Шульгина¹,

Татьяна Сергеевна Воронова²,

Алексей Михайлович Кабанов³

^{1, 2, 3} Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРОДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПО ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ ГЕОГРАФИИ
И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ УЧИТЕЛЯМИ-ГЕОГРАФАМИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МОСКВЫ**

Аннотация. Работа посвящена географическому исследованию деятельности Московского городского университета по подготовке учителей географии с 2012 по 2022 г. Представлены результаты геоинформационного анализа притяжения абитуриентов на географический профиль подготовки в МГПУ и трудоустройства выпускников в образовательные организации Москвы. Составлены авторские карты.

Ключевые слова: пространственный анализ, географические особенности притяжения абитуриентов, обеспеченность учителями-географами, роль МГПУ

UDC 910.3:911.3:913

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.07

Olga Vladimirovna Shulgina¹,

Tatyana Sergeevna Voronova²,

Alexey Mikhailovich Kabanov³

^{1, 2, 3} Moscow City University,
Moscow, Russia

**SPATIAL ANALYSIS
OF THE ACTIVITIES OF THE CITY UNIVERSITY
FOR THE TRAINING OF GEOGRAPHY TEACHERS
AND THE PROVISION OF TEACHERS-GEOGRAPHERS
OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS IN MOSCOW**

Abstract. The work is devoted to a geographical study of the activities of Moscow City University in training geography teachers from 2012 to 2022. The results of a geoinformation analysis of the attraction of applicants for the geographic profile of training at Moscow City University and the employment of graduates in educational organizations in Moscow are presented. Author's maps have been compiled.

Keywords: spatial analysis; geographical features of attraction of applicants; availability of geography teachers; the role of Moscow City University

Введение

Пространственные исследования образования — одно из актуальных направлений географии непродуцированной сферы. Это направление включает несколько аспектов, важнейшими из которых являются: выявление пространственных закономерностей в потребностях населения в различных видах и уровнях образования; анализ факторов и особенностей территориальной организации учреждений в стране, в отдельных регионах, городах и сельских поселениях; исследование результатов деятельности этих учреждений по разным показателям в региональном разрезе [17]. Перечисленные аспекты соответствуют классической теории географии сферы обслуживания [2] и ее актуальной интерпретации в трудах известных географов, специалистов в этой отрасли [16]. К сожалению, в последние годы географические особенности развития образования — не очень популярная у исследователей проблема. Хотя, безусловно, есть и интересные работы, посвященные пространственной организации высшей школы в России [13, 12], территориальной организации школьного образования в Москве [10], взаимодействию образовательных организаций и города [9, 7].

Необходимо признать, что исследованием образования занимаются не только географы, но и представители других сфер науки и профессиональной деятельности, что важно учитывать в процессе интерпретации пространственных исследований [1, 3, 4, 5, 14]. Образование является настолько важной и многовекторной сферой, что нельзя абстрагироваться от междисциплинарного контекста.

Работа посвящена пространственному исследованию роли Московского городского университета как одного из центров притяжения абитуриентов, поступающих на географические профили педагогического образования, а также его роли в обеспечении учителями географии образовательных учреждений Москвы.

Подготовка учителей географии в МГПУ осуществляется с 1996 г. сначала в специалитете, а с 2009 г. — в бакалавриате и магистратуре [19]. Эта подготовка началась на географическом факультете, а с 2018 г. ведется на кафедре географии и туризма Института естествознания и спортивных технологий МГПУ (ИЕСТ МГПУ). Институт расположен в районе Ивановское Восточного административного округа.

Так как университет был создан с целью подготовки педагогических кадров для системы образования Москвы, то и обучались в университете сначала только студенты-москвичи. Со временем география поступающих расширилась, и на сегодняшний момент включает не только границы Москвы и Московской области, но и многие другие регионы нашей страны, а в магистратуре — и ближнего зарубежья (Республика Казахстан).

Надо отметить, что и миссия МГПУ со временем стала более масштабной: «Создавать и распространять новые социально-гуманитарные практики

для мирового города и мира городов» [15]. Это в значительной степени распространяется и на педагогическое географическое образование.

Материалы и методы исследования

В основу работы положены статистические данные с 2018 по 2022 г., по некоторым показателям и более ранние сведения, а также данные за 2023 г. Также использованы материалы социологического опроса первокурсников, который проводился ежегодно с 2012 по 2023 г.

В процессе исследования применены следующие методы: статистический, социологический, картографический, сравнительно-географический, геоинформационный, а также метод пространственно-временного анализа.

Пространственно-временной анализ направлен, во-первых, на выявление значимости территориального фактора между местами проживания студентов-географов МГПУ, поступивших в период с 2012 по 2022 г., и учебным корпусом ИЕСТ МГПУ; во-вторых, на определение связи между территорией проживания выпускников кафедры географии и туризма и местами их работы. Кроме того, было проведено исследование соотношения доли студентов, поступающих не только из Москвы и Московской области, но и из других регионов.

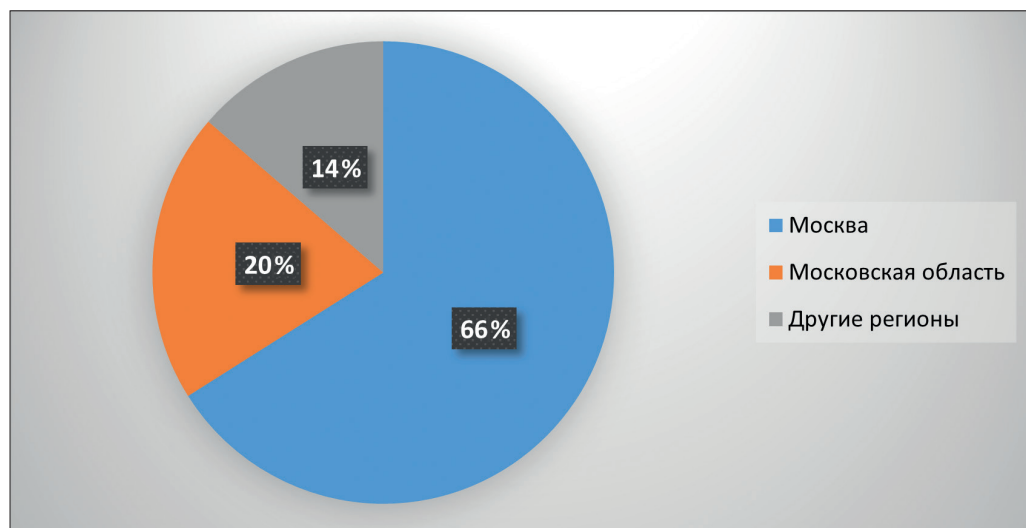
Результаты исследования

1. Пространственное притяжение абитуриентов на географические профили в ИЕСТ МГПУ.

Для исследования были взяты данные по студентам бакалавриата ИЕСТ МГПУ, поступившим в разные годы на образовательные программы «География, иностранный язык», «География, история», «География, информатика» и «География и образовательный туризм» за рассматриваемый период.

Всех студентов можно разделить на три группы: проживающие в Москве, проживающие в Московской области и проживающие в других регионах России. Так как МГПУ — это, прежде всего, университет для города, то ожидается, что примерно две трети студентов проживают в Москве. На втором месте студенты из Московской области, что тоже закономерно. И на третьем месте — студенты из других регионов России. Распределение доли каждой из групп представлено на диаграмме (см. рис. 1).

Рассмотрим географические особенности мест проживания студентов каждой из выделенных групп. К первой группе были отнесены студенты-москвичи. На примере этой группы рассмотрим значимость территориального фактора для студентов, а именно близость проживания к учебному корпусу ИЕСТ МГПУ, который расположен в районе Ивановское Восточного административного округа.



Источник: составлено Т. С. Вороновой по данным социологического опроса студентов.

Рис. 1. Соотношение поступивших на первый курс бакалавриата по регионам в период с 2012 по 2022 г.

Анализ статистических данных показал, что в целом для студентов-москвичей территориальный фактор достаточно важен. Большая часть проживает в Юго-Восточном и Восточном, а также в соседних с ними округах. На карте рисунка 2 показана в целом доля студентов, поступивших в исследуемый период, по округам, а также количество студентов из этих округов, поступивших в 2018–2022 гг.

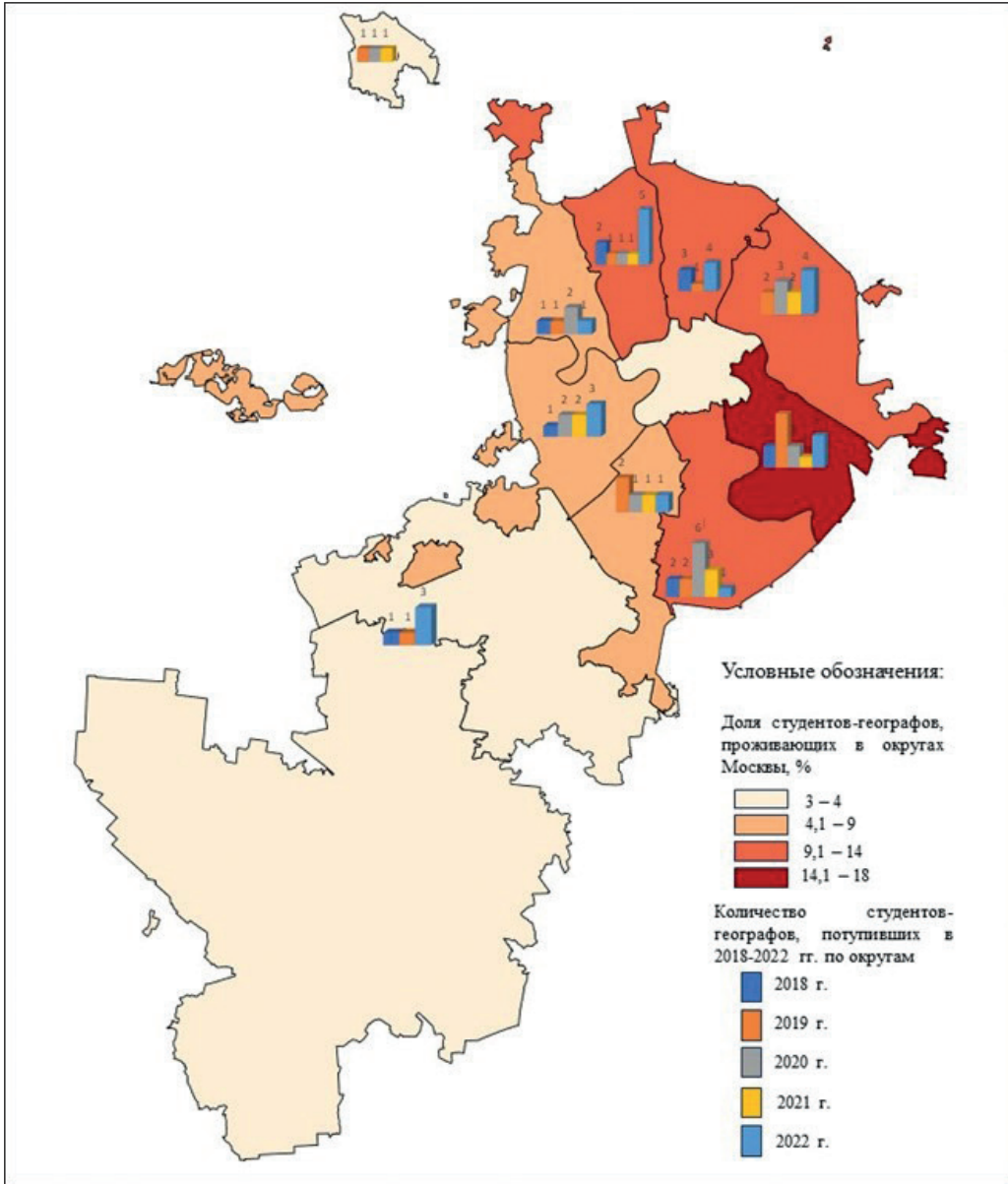
Были выявлены следующие особенности пространственного притяжения выпускников школ к ИЕСТ МГПУ:

– за исследуемый период на образовательных программах кафедры географии и туризма проходили обучение студенты из всех административных округов города. Этот факт говорит о том, что для одних важен был территориальный фактор, для других важен был вуз и студенты целенаправленно поступали в МГПУ на данное направление, независимо от места проживания;

– по наибольшей доле студентов четко выделяются округа с «восточной» составляющей: Северо-Восточный, Восточный и Юго-Восточный; а также Северный и Южный. Данная особенность показывает, что для многих студентов все-таки важен территориальный фактор, то есть близость к месту учебы;

– выявлена достаточно интересная особенность: несмотря на то что корпус ИЕСТ МГПУ расположен в ВАО, наибольшая доля студентов за исследуемый период, проживает в ЮВАО. Возможно, одной из причин данной ситуации является хорошее транспортное сообщение между некоторыми районами двух округов;

– за последние 5 лет стабильное наибольшее количество студентов-географов проживает в ВАО и ЮВАО, а также есть «всплески» по отдельным годам: из ЮАО — в 2020 г. (6 человек) и из САО — в 2022 г. (5 человек).



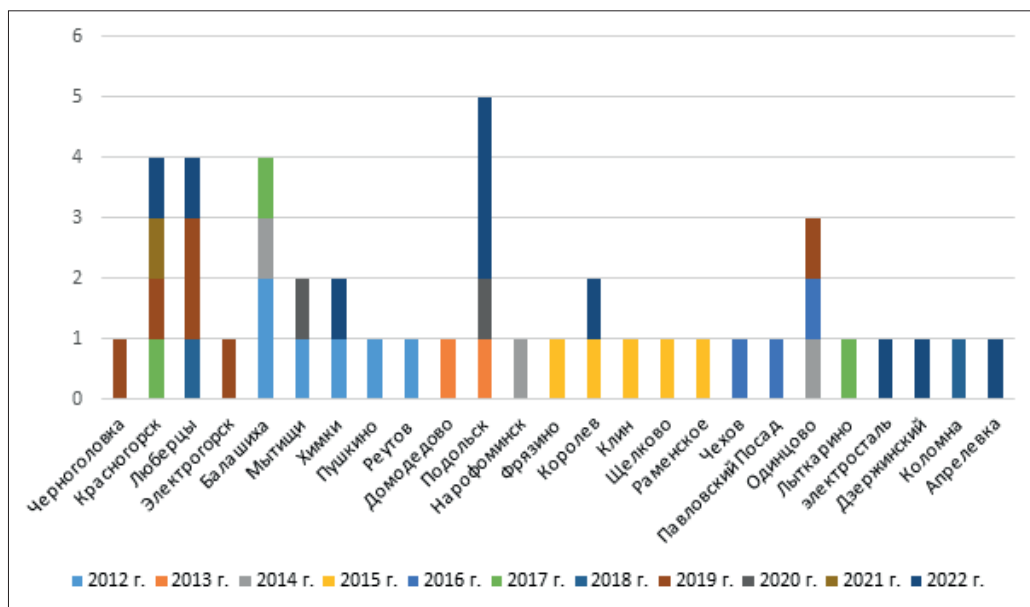
Источник: составлено Т. С. Вороновой по данным социологического опроса.

Рис. 2. Соотношение студентов-географов ИЕСТ МГПУ, проживающих в округах Москвы, и количество поступивших в ИЕСТ МГПУ с 2018 по 2022 г.

В целом анализ данных показал, что для студентов-москвичей явно имеет приоритет фактор близости института к месту проживания студентов.

Вторая группа — студенты, проживающие в Московской области. За исследуемый период количество ежегодно поступающих на образовательные программы географического профиля из различных городских округов Московской области было приблизительно одинаковым. Однако стоит отметить, что ряд городов являются лидерами по количеству поступивших студентов — это Подольск,

Красногорск, Люберцы, Балашиха и Одинцово. Общая картина распределения студентов, проживающих в городских округах Московской области, представлена на рисунке 3.



Источник: составлено Т. С. Вороновой по данным социологического опроса первокурсников.

Рис. 3. Городские округа Московской области, в которых проживают студенты, поступившие на географическое направление с 2012 по 2022 гг.

Как видно из диаграммы на рисунке 3, студенты, поступившие в ИЕСТ МГПУ, были из 25 городских округов Московской области, что составляет практически половину от общего числа городских округов области [11]. Анализ данной диаграммы позволяет сделать вывод о том, что между местом проживания студентов в пределах Московской области и местом расположения Института нет четко выявленной территориальной зависимости. Ближе всего к ИЕСТ расположены города Люберцы, Балашиха, Реутов, Лыткарино. Из этих городов больше всего поступивших проживают в первых двух. И здесь можно предположить определяющее значение территориального фактора. Однако стоит отметить, что есть и студенты, проживающие достаточно далеко от места учебы, например в таких городских округах, как Красногорск, Химки, Мытищи, Щелково, Чехов, Павловский Посад, Коломна и т. д. И здесь территориальный фактор имеет второстепенное значение.

К следующей группе относятся студенты, приезжающие из других субъектов России. За исследуемый период было отмечено 19 таких субъектов, включающих как области, соседствующие с Московской областью (Смоленская, Тульская, Калужская, Рязанская, Ярославская), так и населенные пункты, удаленные на значительные расстояния (Республика Бурятия, Алтайский край,

Приморский край, Амурская область и т. д.). Причем начиная с 2019 по 2022 г. можно наблюдать рост количества студентов из других регионов. А с 2022 г. началась подготовка магистрантов-географов из Казахстана.

2. Обеспеченность образовательных организаций Москвы учителями географии — выпускниками ИЕСТ МГПУ.

Следует отметить, что помимо МГПУ подготовкой учителей географии занимаются в Москве еще два университета федерального значения: Московский педагогический государственный университет (МПГУ) и Государственный университет просвещения (ГУП) (более известный под прежним названием — Московский государственный областной университет (МГОУ)). Эти университеты готовят учителей географии для всей страны и имеют большие, по сравнению с МГПУ, контрольные цифры набора на обучение. Кроме того, упомянутые два университета по длительности существования намного превосходят МГПУ и раньше заслужили свое признание, в том числе и в столице. Тем не менее Московский городской за почти 20-летний период выпуска учителей географии внес определенный вклад в обеспечение педагогами-географами образовательных организаций Москвы. А по качеству приема абитуриентов на географические профили МГПУ не уступает МПГУ и ГУП и даже иногда превосходит их по некоторым из образовательных программ. Иллюстрацией этого являются результаты приемной кампании 2023 г. по данным сайтов приемных комиссий (табл. 1).

Таблица 1

Средний балл ЕГЭ в 2023 г. при поступлении на бюджет на очные программы бакалавриата педагогического образования, связанные с географией

ВУЗ	Наименование программы	Средний балл ЕГЭ
МГПУ	География, иностранный язык	80
МГПУ	География и образовательный туризм	79
МПГУ	География, иностранный язык (английский)	83
МПГУ	География, экология	74
МПГУ	География	69
ГУП	География и экономическое образование	69

Обратимся к статистике трудоустройства выпускников кафедры географии и туризма Института естествознания и спортивных технологий МГПУ с 2018 по 2023 г., как к наиболее доступной, которая, конечно, не охватывает абсолютно всех выпускников-географов. Их выпуск осуществлялся с 2001 г. С тех пор кто-то возможно сменил места работы или по другим причинам уже не работает в образовательных учреждениях. Но даже за этот шестилетний период можно выявить определенные пространственные закономерности в распределении выпускников по школам различных округов Москвы.

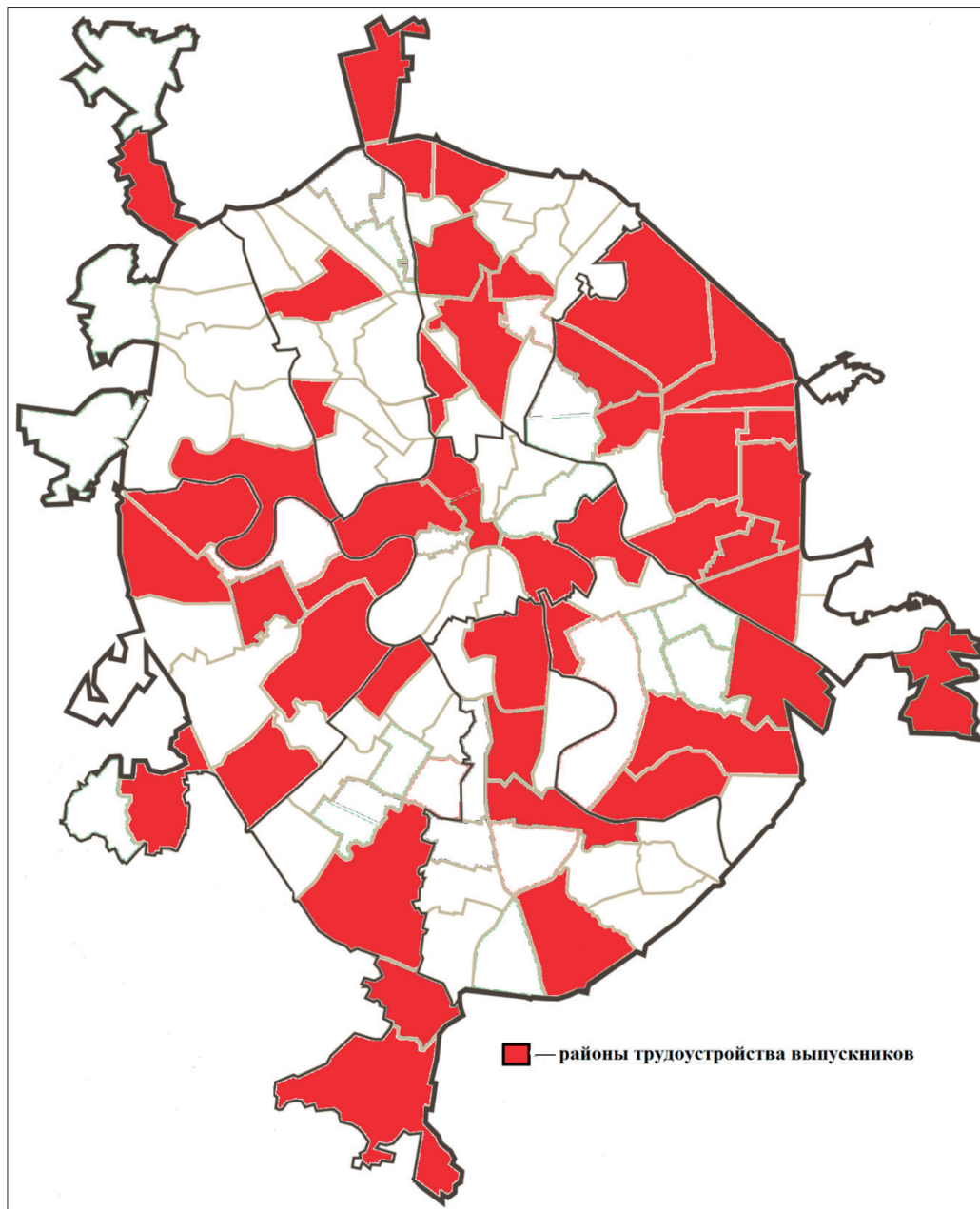
Анализ деятельности городского университета, и в частности кафедры географии и туризма, по подготовке учителей географии и обеспеченности учителями-географами образовательных организаций Москвы можно начать

с подсчета числа выпускников, получивших диплом МГПУ о высшем педагогическом образовании.

Если рассматривать обеспеченность учителями географии округов Москвы, то выпускники 2018 года работают в районах Богородское, Хорошево-Мневники, Даниловский, Останкинский, Москворечье-Сабурово, Гагаринский, Северный, Крылатское, Новогиреево, Марьино. Учителя-географы 2019 года выпуска распределяются по районам Москвы следующим образом: Тверской, Марьино, Свиблово, Гольяново, Кунцево, Куркино, Ясенево, Хорошево-Мневники. Выпускники 2020 г. работают в районах Гагаринский, Некрасовка, Дорогомилово, Восточное Измайлово, Северное Бутово, Северное Измайлово, Бирюлево Восточное, Бибирево, Нагатинно-Садовники. В 2021 г. выпускники работали в школах в районах Южное Бутово, Останкинский, Люблино, Марьино, Солнцево, Головинский, Лефортово, Хорошево-Мневники, Метрогородок, Южнопортовый, Свиблово, Тверской. В 2022 г. выпускники были трудоустроены в школах в следующих районах: Перово, Хорошево-Мневники, Сокол, Таганский, Тверской, Марьино, Тропарево-Никулино, Измайлово, Лианозово, Гольяново, Некрасовка, Дорогомилово. В 2023 г. выпускники были трудоустроены учителями географии в школах в районах: Тверской, Отрадное, Бутырский, Выхино-Жулебино, Раменки, Фили-Давыдково, Южное Бутово, Головинский, Солнцево, Марьино, Хорошево-Мневники. В Новой Москве учителем географии не работает ни один выпускник. Распределение выпускников по районам представлено на рисунке 4, без учета территорий Новой Москвы, ввиду того что выпускники МГПУ там в школах не работают.

Исходя из размещения выпускников в школах по районам, можно сделать вывод, что наиболее обеспеченными учителями географии, являющимися выпускниками МГПУ в 2018–2023 гг. стали школы в районах Тверской, Хорошево-Мневники, Марьино, Люблино, Южное Бутово и Восточное Измайлово. Если же взять статистику 2018–2023 гг. по округам, то наиболее обеспеченными учителями-географами из МГПУ будут такие округа, как Восточный (11 районов), Северо-Восточный (7 районов), Юго-Восточный и Юго-Западный (6 районов). Самыми малообеспеченными выпускниками-географами из МГПУ округами являются Северный и Северо-Западный, где только в двух районах есть в школах учителя географии — выпускники МГПУ.

Всего же на данный момент выпускниками-географами МГПУ охвачено 69 школ Москвы, в некоторых из них работают географами сразу по три выпускника, в разных корпусах; яркие тому примеры — школы № 1517 в районе Хорошево-Мневники и № 1574 в Тверском районе. Кроме того, эти школы являются базовыми для прохождения педагогических практик студентами, обучающимися в ИЕСТ МГПУ по программам географической направленности.



Источник: составлено А. М. Кабановым по данным социологического опроса выпускников.

Рис. 4. Районы Москвы, в которых работают учителя географии, являющиеся выпускниками МГПУ в 2018–2023 гг.

Заключение

Пространственно-временной анализ деятельности Московского городского университета по подготовке учителей географии и обеспеченности учителями-географами образовательных организаций Москвы позволил по-новому взглянуть на роль МГПУ как центра притяжения заинтересованных в географии и как центра распространения географических знаний.

Выявлено, что ведущим фактором привлечения абитуриентов и трудоустройства выпускников в городе является степень территориальной близости к месту обучения. Распределение выпускников, работающих учителями географии по округам и районам Москвы, довольно неравномерно, например большинство из таких школ располагаются в восточной части города, где и находится корпус ИЕСТ МГПУ, что, в принципе, является следствием того, где в конкретный момент открывалась вакансия и была возможность ее занять педагогу с соответствующей квалификацией [6, с. 352]. Однако все-таки фактор близости не абсолютно доминирует: в ИЕСТ МГПУ на географические программы обучения поступают абитуриенты почти из всех округов Москвы и распределяются выпускники в школы большинства районов города. Кроме того, наметилась явная тенденция увеличения количества поступающих из других регионов России и ближнего зарубежья. Этому во многом способствует активная работа университета по совершенствованию географического образования [18], распространению информации о программах подготовки, публикационная активность, привлечение внимания к интересным географическим мероприятиям, создание в МГПУ Центра изучения географии для работы со школьниками.

В целом школы города в будущем могут быть в большей степени обеспечены выпускниками Московского городского, что прослеживается уже и сейчас, учитывая оживленную динамику трудоустройства выпускников МГПУ в школы Москвы, нуждающиеся в учителях географии [8, с. 103]. Кроме того, Московский городской университет давно уже обеспечивает учителями географии школы и других российских регионов, куда возвращаются его выпускники, то есть миссия МГПУ в этом направлении территориально расширяется.

Список источников

1. Агранат Д. Л. Образование и город: складывающиеся новые тенденции и изменения образовательных программ (опыт Московского городского педагогического университета // Вестник МГПУ. Серия «Педагогика и психология». 2020. № 2 (52). С. 8–13.
2. Алексеев А. И., Ковалев С. А., Ткаченко А. А. География сферы обслуживания: основные понятия и методы: учебное пособие. Тверь: Тверской государственный ун-т, 1991. 117 с.
3. Волков А. В. Российское образование – 2020: модель образования для инновационной экономики / А. В. Волков [и др.] // Вопросы образования. 2008. № 1. С. 32–63.

4. Городской университет в пространстве мегаполиса: коммуникационный аспект: коллективная монография / под ред. С. Н. Вачковой. М.: Экон-Информ, 2018. 167 с.
5. Интервью с первым Президентом Московского городского педагогического университета Виктором Васильевичем Рябовым // Вестник МГПУ. Серия «Философские науки». 2017. № 3 (23). С. 15–24.
6. Кабанов А. М. Анализ развития географического образования в городе Москве и роль МГПУ в его улучшении // Шаг в науку: сборник статей по материалам III Научно-практической конференции Института естествознания и спортивных технологий, Москва, 20 декабря 2019 года. М.: МГПУ, 2019. С. 349–354.
7. Кабанов А. М. Модель взаимодействия школы и педагогического вуза при участии образовательного туризма // Наука в мегаполисе Science in a Megapolis. 2020. № 3 (19). С. 9–11.
8. Кабанов А. М., Грибова М. Г. Территориальная дифференциация студентов МГПУ и их возможности в обеспечении педагогического потенциала школ Московского региона // Образовательный туризм в школе и вузе: сборник статей по материалам VII Научно-практической конференции (I Всероссийской), Москва, 20 марта 2021 года. М.: Лика, 2021. С. 97–103.
9. Левинтов А. Е., Иванова Е. В., Камкин Г. Г. Взаимодействие образовательных организаций и города: локализация городских проблем // Известия института педагогики и психологии образования. 2018. № 3. С. 4–14.
10. Михайленко Н. Л. Особенности территориальной организации школьного образования в Москве // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2021. № 1 (41). С. 32–40.
11. Московская область в цифрах. Краткий статистический сборник – 2023. URL: [https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Московская %20область%20в%20цифрах%202022.pdf](https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Московская_%20область%20в%20цифрах%202022.pdf) (дата обращения: 30.08.2023).
12. Платонов Д. Ю. Современные тенденции в российском образовании и участие российских университетов в международной образовательной системе // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2017. № 2. С. 87–99.
13. Пространственная организация высшей школы и региональное развитие / А. П. Катровский [и др.]. Смоленск: Смоленский государственный университет, 2022. 310 с.
14. Рябов В. В. Московский городской педагогический университет в системе высшего педагогического образования России // Вестник Белорусского государственного педагогического университета. Серия: Педагогика. Психология. Филология. 2009. № 1 (59). С. 3–8.
15. Текущее состояние и результаты развития университета с 2010 по 2020 год. Целевая модель и ее ключевые характеристики // Программа развития университета на 2021–2030 годы в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030». URL: <https://2030.mgpu.ru/results#mission> (дата обращения: 18.09.2023)
16. Ткаченко А. А., Фомкина А. А. География сферы обслуживания и география сектора услуг: пройденный путь, состояние, перспективы // Региональные исследования. 2016. № 3 (53). С. 5–12.
17. Шульгина О. В. География сферы обслуживания населения в России: новые факторы развития на рубеже XX–XXI вв. на примере системы образования // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2019. № 2 (34). С. 49–64.

18. Шульгина О. В. Совершенствование географического образования в МГПУ / О. В. Шульгина [и др.] // Большая конференция МГПУ: сборник тезисов: в 3 т. М.: МГПУ, 2023. С. 568–572.

19. Шульгина О. В., Воронова Т. С., Грушина Т. П. Бенчмаркинг-исследование высшего географического образования в вузах России и зарубежных стран // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2018. № 2 (30). С. 66–80.

References

1. Agranat D. L. *Образование i gorod: skladyvayushchiesya novye tendencii i izmeneniya obrazovatel'nyh programm (opyt Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta // Vestnik MGPU. Seriya «Pedagogika i psihologiya». 2020. № 2 (52). S. 8–13. (In Russ.).*

2. Alekseev A. I. Kovalev S. A., Tkachenko A. A. *Geografiya sfery obsluzhivaniya: osnovnye ponyatiya i metody: ucheb. posobie. Tver': Tver. gos. un-t, 1991. 117 s. (In Russ.).*

3. Volkov A. V. *Rossijskoe obrazovanie – 2020: model' obrazovaniya dlya innovacionnoj ekonomiki / A. V. Volkov [et al.] // Voprosy obrazovaniya. 2008. № 1. S. 32–63. (In Russ.).*

4. *Gorodskoj universitet v prostranstve megapolisa: kommunikacionnyj aspekt: kollektivnaya monografiya / pod red. S. N. Vachkovoj. M.: Ekon-Inform, 2018. 167 s. (In Russ.).*

5. *Interv'yu s pervym Prezidentom Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta Viktorom Vasil'evichem Ryabovym // Vestnik MGPU. Seriya «Filosofskie nauki». 2017. № 3 (23). S. 15–24. (In Russ.).*

6. Kabanov A. M. *Analiz razvitiya geograficheskogo obrazovaniya v gorode Moskve i rol' MGPU v ego uluchshenii // SHag v nauku: sbornik statej po materialam III Nauchno-prakticheskoy konferencii instituta estestvoznaniya i sportivnyh tekhnologij, Moskva, 20 dekabrya 2019 goda. M.: MGPU, 2019. S. 349–354. (In Russ.).*

7. Kabanov A. M. *Model' vzaimodejstviya shkoly i pedagogicheskogo vuza pri uchastii obrazovatel'nogo turizma // Nauka v megapolise Science in a Megapolis. 2020. № 3 (19). S. 9–11. (In Russ.).*

8. Kabanov A. M., Gribova M. G. *Territorial'naya differenciaciya studentov MGPU i ih vozmozhnosti v obespechenii pedagogicheskogo potentsiala shkol Moskovskogo regiona // Obrazovatel'nyj turizm v shkole i vuze: sbornik statej po materialam VII Nauchno-prakticheskoy konferencii (I Vserossijskoj), Moskva, 20 marta 2021 goda. M.: Lika, 2021. S. 97–103. (In Russ.).*

9. Levintov A. E., Ivanova E. V., Kamkin G. G. *Vzaimodejstvie obrazovatel'nyh organizacij i goroda: lokalizaciya gorodskih problem // Izvestiya instituta pedagogiki i psihologii obrazovaniya. 2018, № 3. S. 4–14. (In Russ.).*

10. Mihajlenko, N. L. *Osobennosti territorial'noj organizacii shkol'nogo obrazovaniya v Moskve // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvennye nauki». 2021. № 1 (41). S. 32–40. (In Russ.).*

11. *Moskovskaya oblast' v cifrah. Kratkij statisticheskij sbornik – 2023. (In Russ.). URL: [https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Moskovskaya %20oblast'%20v%20cifrah%202022.pdf](https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Moskovskaya%20oblast'%20v%20cifrah%202022.pdf) (accessed: 30.08.2023).*

12. Platonov D. Yu. *Sovremennye tendencii v rossijskom obrazovanii i uchastie rossijskih universitetov v mezhdunarodnoj obrazovatel'noj sisteme // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvennye nauki». 2017. № 2. S. 87–99. (In Russ.).*

13. Prostranstvennaya organizaciya vysshej shkoly i regional'noe razvitie / A. P. Katrovskij [et al.]. Smolensk: Smolenskij gosudarstvennyj universitet, 2022. 310 s. (In Russ.).
14. Ryabov V. V. Moskovskij gorodskoj pedagogicheskij universitet v sisteme vysshego pedagogicheskogo obrazovaniya Rossii // Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Pedagogika. Psihologiya. Filologiya. 2009. № 1 (59). S. 3–8. (In Russ.).
15. Tekushchee sostoyanie i rezul'taty razvitiya universiteta s 2010 po 2020 god. Celevaya model' i ee klyucheveye harakteristiki // Programma razvitiya universiteta na 2021–2030 gody v ramkah realizacii programmy strategicheskogo akademicheskogo liderstva «Prioritet – 2030». (In Russ.). URL: <https://2030.mgpu.ru/results#mission> (accessed: 18.09.2023).
16. Tkachenko A. A., Fomkina A. A. Geografiya sfery obsluzhivaniya i geografiya sektora uslug: projdennyj put', sostoyanie, perspektivy // Regional'nye issledovaniya. 2016. № 3 (53). S. 5–12. (In Russ.).
17. Shul'gina O. V. Geografiya sfery obsluzhivaniya naseleniya v Rossii: novye faktory razvitiya na rubezhe XX–XXI vv. na primere sistemy obrazovaniya // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvennye nauki». 2019. № 2 (34). S. 49–64. (In Russ.).
18. Shul'gina O. V. Sovershenstvovanie geograficheskogo obrazovaniya v MGPU / O. V. Shul'gina [et al.] // Bol'shaya konferenciya MGPU: sbornik tezisov: v 3 t. M.: MGPU, 2023. S. 568–572. (In Russ.).
19. Shul'gina O. V., Voronova T. S., Grushina T. P. Benchmarkingovoe issledovanie vysshego geograficheskogo obrazovaniya v vuzah Rossii i zarubezhnyh stran // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvennye nauki». 2018. № 2 (30). S. 66–80. (In Russ.).



УДК 796.966

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.08

Анна Николаевна Налобина¹,
Данила Сергеевич Руссу²

^{1,2} Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ СВОДОВ СТОПЫ НА ФИЗИЧЕСКУЮ И ТЕХНИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ЮНЫХ ХОККЕИСТОВ

Аннотация. Актуальность данного исследования обусловлена распространенностью деформации стопы у хоккеистов, с одной стороны, и ключевой ролью стопы в сохранении устойчивого положения тела и физической выносливости как фактора успешности и продления спортивного долголетия в спорте, с другой стороны. Цель исследования — изучение физической подготовленности юных хоккеистов в зависимости от состояния сводов стопы. Исследование проведено на базе Московской академии хоккея. В нем приняли участие 20 хоккеистов в возрасте 14–15 лет II–III взрослого разрядов. Оценка функционального состояния стопы выполнялась с помощью плантографии и подометрии. Для изучения физической подготовленности юных хоккеистов проводилось тестирование, включающее в себя контрольные упражнения. Результаты исследования обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel. Для сравнения независимых совокупностей использован *U*-критерий Манна – Уитни. Различия признавались достоверными при $p < 0,05$.

В результате проведенных плантографии и подометрии у большинства (80 %) юных хоккеистов обнаружено плоскостопие с преобладанием выраженной (II–III степени)

деформации стоп. Тестирование показало, что юные хоккеисты с плоскостопием имеют преимущество в скоростно-силовых качествах, но уступают в выносливости и технике владения клюшкой игрокам без нарушения сводов стопы.

Ключевые слова: биомеханика движений, юные хоккеисты, деформация стопы

UDC 796.966

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.08

Anna Nikolaevna Nalobina¹,

Danila Sergeevich Russu²

^{1,2} Moscow City University, Moscow, Russia

THE INFLUENCE OF THE STATE OF THE ARCHES OF THE FOOT ON THE PHYSICAL CONDITIONAL OF YOUNG HOCKEY PLAYERS

Abstract. The relevance of this study is due to the prevalence of foot deformity in hockey players on the one hand, and the key role played by the foot in maintaining a stable body position, physical endurance — as a factor of success and prolonging sports longevity in sports, on the other hand. The purpose of the study is to study the physical fitness of young hockey players depending on the condition of the arches of the foot. The study was conducted on the basis of the Moscow Hockey Academy, which was attended by 20 hockey players aged 14–15 years of II–III adult categories. Assessment of the functional state of the foot was carried out using plantography and podometry, and to study the physical condition of young hockey players, pedagogical testing was conducted, including five control exercises of general and special physical training. Statistical processing of the results of the study was carried out using the Microsoft Office Excel computer program, arithmetic averages and standard deviations were calculated. To compare independent aggregates, we used the Mann – Whitney *U*-test. The differences were recognized as significant at $p < 0,05$. Plantography and podometry revealed flat feet in the majority of young hockey players (80 %), while pronounced deformities of the feet (II–III degree) prevailed. A study of the physical condition of young athletes showed that hockey players with flat feet have an advantage in speed and strength qualities, but are inferior in endurance and stick technique to players without violating the arches of the foot.

Keywords: biomechanics of movements, young hockey players, foot deformity

Актуальность исследования

Проблеме плоскостопия у спортсменов посвящено множество статей. По данным разных авторов, от 50 до 92 % спортсменов имеют изменения как в поперечных, так и в продольных сводах стопы. Практически 100 % спортсменов в таких видах спорта, как плавание, фигурное катание, хоккей, имеют плоскостопие [2]. У хоккеистов специфика спортивной обуви, интенсивные продолжительные тренировки и набор мышечной массы создают большую нагрузку на стопу. В результате этого риск развития плоскостопия значительно возрастает.

Одним из рациональных способов профилактики нарушений в опорно-двигательном аппарате является выявление на различных этапах подготовки спортсменов так называемых слабых звеньев адаптации и симптомов дезадаптации стоп к нагрузкам. Это позволяет провести индивидуальную коррекцию тренировочного процесса и предупредить формирование предпатологических и патологических состояний сводов стопы.

С точки зрения биомеханического негативного воздействия на продольный и поперечный своды стопы все многообразие движений хоккеистов можно условно разделить на несколько групп [1].

1. Участие стоп в поддержании равновесия и баланса тела. К этой группе можно отнести бег на коньках скользящими шагами (фаза свободного проката), торможение и остановку. Эффективность баланса определяется в том числе устойчивостью положения и поэтому зависит от площади опоры тела. Чем больше поверхность стопы у хоккеиста, тем более равномерно распределяется вес различных частей тела. Увеличение площади поверхности стоп достигается в первую очередь за счет снижения высоты поперечного свода.

2. Участие стоп в выполнении толчковых движений. Отталкивание выполняется при беге скользящими и короткими шагами, спиной вперед, при старте, поворотах, прыжках на одной и на двух ногах. Толчок, как правило, производится внутренним ребром лезвия конька с разворотом стопы в горизонтальной плоскости. Это приводит к формированию вальгусного положения стопы.

3. Одноопорное движение. При беге скрестным и скользящим шагами, спиной вперед, торможении с поворотом на одной ноге, прыжке вперед толчком одной ногой происходит латеральное перемещение центра массы тела спортсмена. За счет этого одна стопа находится под повышенной нагрузкой.

Со спортивной точки зрения от эффективности выполнения всех технических элементов в хоккее зависит успешность каждого игрока и в целом победа команды в матче.

Таким образом, здесь возникает некоторое противоречие. Является ли плоскостопие у хоккеистов медицинской проблемой или же специфической адаптацией опорно-двигательного аппарата к характеру спортивной деятельности? Согласно международной классификации, мобильная форма плоскостопия может быть как физиологической, так и патологической. Физиологический вариант мобильного плоскостопия не сопровождается жалобами и, при отсутствии нагрузки, не приводит к сужению пространства под стопой [4]. Патологическое мигрирующее плоскостопие характеризуется различными двигательными нарушениями в дополнение к изменениям стопы и без соответствующего вмешательства может со временем привести к значительным изменениям в организме.

На разрешение этого противоречия и направлено настоящее исследование, целью которого является изучение физической подготовленности юных хоккеистов в зависимости от состояния сводов стопы.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в соревновательном периоде годичного цикла подготовки хоккеистов на базе спортивной школы «Центр» Московской академии хоккея с декабря 2022 года по май 2023 года. В нем приняли участие 20 хоккеистов в возрасте 14–15 лет II–III взрослого разрядов.

На основании результатов плантографии и подометрии все игроки были разделены на две группы. В первую группу, контрольную, входили спортсмены, не имеющие плоскостопия ($n = 4$, 20 %), во вторую, экспериментальную — спортсмены с плоскостопием ($n = 16$, 80 %).

Уровень общей физической подготовленности хоккеистов оценивался с помощью педагогических тестов: бег 30 м и 1 км с высокого старта; прыжок в длину толчком с двух ног; подтягивание на перекладине.

Изучение специальной физической подготовленности включало в себя: бег на коньках 30 м; бег на коньках челночный 6 x 9 м; бег на коньках спиной вперед 30 м; бег на коньках слаломный без шайбы; бег на коньках слаломный с ведением шайбы.

Статистическая обработка результатов исследования — расчет средних арифметических значений (M) и стандартных отклонений (SD) — производилась с помощью программы Microsoft Office Excel. Для сравнения независимых совокупностей был использован U -критерий Манна – Уитни. Различия признавались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты плантографии и подометрии исследованных спортсменов свидетельствуют о распространенности плоскостопия у юных хоккеистов, при этом преобладают выраженные деформации сводов стопы II–III степени ($n = 11$; 70 %) (см. рис. 1). У меньшего числа хоккеистов ($n = 6$, 37,5 %) наблюдается нетотальное плоскостопие (либо одностороннее, либо только поперечное или продольное), а у большего числа ($n = 10$, 62,5 %) — тотальное, то есть двухстороннее плоскостопие (и продольное, и поперечное).

Спортсмены с односторонним плоскостопием менее пластичны в игре и используют меньшее количество приемов игры, реже используют другие двигательные навыки. Они чаще поворачивают в одну сторону и используют торможение одной ногой, в то время как вторая нога не тормозит, а выполняет функцию ассистента. Такие хоккеисты предпочитают больше использовать движения плечами и бедрами при обыгрывании соперника, в частности, в ограниченном пространстве, где требуется быстро принимать решения и менять направления движения.

Игроки с двусторонним плоскостопием предпочитают использовать несколько вариантов бросков по воротам, а также чаще менять направление



Рис. 1. Структура распределения юных хоккеистов в зависимости от степени выраженности уплощения сводов стопы по результатам плантографии и подометрии движения в ограниченном пространстве с использованием не только верхней части тела, но и бедер, и обоих коньков. В данной ситуации они чаще используют тормоз передней ногой в сочетании с тормозом задней ногой. Работа обоими лезвиями позволяет им быть более мобильными и универсальными игроками.

Значительный процент спортсменов с выраженным плоскостопием обусловлен тем, что хоккеист находится в коньках от одного до четырех часов в день и один-два часа в неделю тренируется в зале [3]. Это дает колоссальную нагрузку, в том числе и на стопу. Большинство игроков не используют специальные стельки, которые поддерживают свод стопы и уменьшают риск развития плоскостопия. Основной причиной отказа от стелек является дискомфорт или лишний вес внутри конька.

О функциональном состоянии организма можно судить не только на основании оценки опорно-двигательного аппарата, но и по переносимости тренировочных и соревновательных нагрузок. Для этого было проведено педагогическое тестирование, позволяющее оценить уровень общей и специальной физической подготовленности у занимающихся хоккеем.

Сравнительная характеристика общей физической подготовки (ОФП) юных хоккеистов в зависимости от состояния сводов стопы представлена в таблице 1. Показатели тестирования скоростных и силовых качеств юных хоккеистов, имеющих плоскостопие, были на статистически достоверном уровне лучше, чем показатели хоккеистов без плоскостопия, но хоккеисты без плоскостопия оказались более выносливыми ($p < 0,05$). В беге на 30 м хоккеисты обеих групп показали результаты ниже нормативных параметров. При этом показатели выносливости и прыжковых способностей в обеих группах оказались выше норматива. Силовые качества юных спортсменов контрольной группы снижены сильнее, чем у спортсменов экспериментальной группы.

Таблица 1

Результаты тестирования ОФП юных хоккеистов в контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) группах

Показатели	Название тестирования							
	Бег 30 м с высокого старта, с		Прыжок в длину толчком с двух ног, м		Подтягивание на перекладине, количество раз		Бег 1 км с высокого старта, мин	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Норма	< 4,5 с		> 1,80 м		> 12 раз		< 4,79 мин	
Средний групповой показатель (<i>M</i>)	4,67	4,8	2,06	1,99	11,5	11	3,95	3,69
Стандартное отклонение (<i>SD</i>)	0,03	0,02	0,11	0,22	0,5	2,7	0,4	0,33
<i>U</i> -критерий Манна – Уитни	32		29,5		33		14	
<i>P</i>	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01	

Показатели специальной физической подготовленности (СФП) спортсменов являются четкими индикаторами эффективности тренировочного процесса и отражают результаты специфической адаптации спортсменов к физическим нагрузкам в избранном виде спорта. Анализ результатов тестирования СФП выявил разную направленность адаптационно-компенсаторных процессов для юных хоккеистов с разным состоянием сводов стопы (табл. 2).

Таблица 2

Результаты тестирования специальной физической подготовки (СФП) юных хоккеистов в контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) группах, секунды

Показатели	Название тестирования									
	Бег на коньках на 30 м		Челночный бег на коньках 6 × 9		Бег на коньках спиной вперед 30 м		Бег на коньках слаломный без шайбы		Бег на коньках с ведением шайбы	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Норма	< 5,2 с		< 15 с		< 6,5 с		< 12 с		< 12,5 с	
Средний групповой показатель (<i>M</i>)	5,08	5,16	13,77	14,46	6,28	6,76	10,75	10,24	11,12	10,38
Стандартное отклонение (<i>SD</i>)	0,07	0,04	0,77	0,48	0,02	0,08	0,02	0,08	0,074	0,071
<i>U</i> -критерий Манна – Уитни	40,5		40		35		24		25	
<i>P</i>	< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01	

По трем тестам из пяти результаты экспериментальной группы оказались лучше, чем результаты контрольной группы. Спортсмены с нарушением сводов стопы показали достоверно лучшие результаты в таких тестах, как бег на коньках, челночный бег, бег на коньках спиной вперед. То есть они были более успешны в хоккейной технике бега на коньках.

В слаломном беге на коньках более быстрыми оказались подростки без плоскостопия. Также хоккеисты контрольной группы доказали свое преимущество в тестах с шайбой, поскольку они лучше координируют движения.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Спортивная специализация в хоккее с шайбой в юном возрасте может ускорить процессы деформации стопы, особенно при отсутствии должного наблюдения за развитием опорной функции растущего организма. У большинства ($n = 16$, 80 %) юных хоккеистов было обнаружено плоскостопие, доля испытуемых без плоскостопия оказалась значительно меньше ($n = 4$, 20 %).

2. Плоскостопие и увеличение площади поверхности стопы у юных хоккеистов является вариантом адаптации к особенностям тренировочного процесса, поскольку дает преимущество в скоростных и силовых качествах. Но в проявлении выносливости спортсмены, имеющие плоскостопие, уступают спортсменам из контрольной группы.

3. Техника владения клюшкой в экспериментальной группе достоверно ниже, чем в контрольной, но техника катания — лучше, а скорость — выше. Выполнение виражей на скорости усложняет эффективный контроль шайбы. Спортсменам с плоскостопием сложнее показать качественную технику владения шайбой, так как они бегут быстрее. Юным хоккеистам без плоскостопия легче контролировать шайбу, так как они бегут медленнее.

4. Регулярная диагностика состояния стопы в сочетании с тестированием общей и специальной физической подготовленности хоккеиста позволяет оценить его функциональное состояние, своевременно обнаружить признаки перехода адаптации стопы к особенностям тренировочного процесса в патологию и внести необходимые коррективы в тренировочный процесс.

Список источников

1. Божков А. В., Мирзоева Е. В., Лысенко В. В. Патобиомеханические и патоморфологические особенности формирования поперечного плоскостопия и оптимального отталкивания стопы в спорте // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26557> (дата обращения: 05.10.2023).

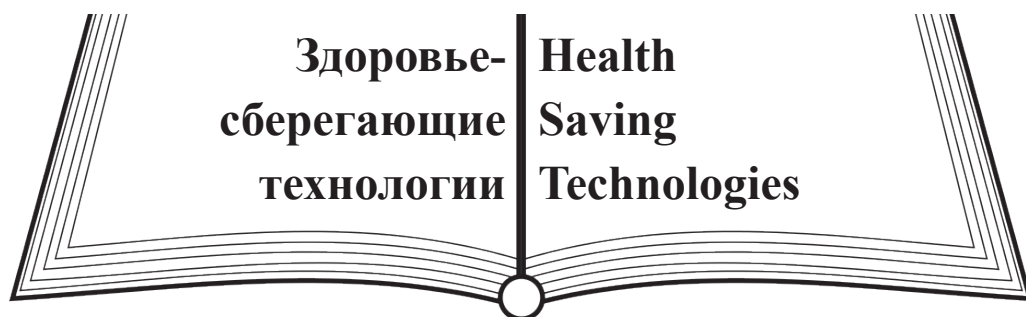
2. Налобина А. Н., Сулейманова Д. С., Крученко А. А. Состояние сводов стопы у хоккеистов // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2021. № 3 (43). С. 79–86. DOI: 10.25688/2076-9091.2021.43.3.7

3. Национальная программа подготовки по виду спорта «Хоккей» / Министерство спорта Российской Федерации, Федерация Хоккея России. Москва, 2019.

4. Тимаев М. Х. Плоская стопа (pes planovalgus/flatfoot) детского возраста: современное состояние проблемы / М. Х. Тимаев [и др.] // Российский медицинский журнал. 2017. № 23 (3). С. 165–168. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ploskaya-stopa-pes-planovalgus-flatfoot-detskogo-vozrasta-sovremennoe-sostoyanie-problemy> (дата обращения: 05.10.2023).

References

1. Bozhkov A. V., Mirzoeva E. V., Lysenko V. V. Patobiomekhanicheskie i patomorfologicheskie osobennosti formirovaniya poperechnogo ploskostopiya i optimal'nogo ottalkivaniya stopy v sporte // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017. № 4. (In Russ.). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26557> (accessed: 05.10.2023).
2. Nalobina, A. N., Suleymanova D. S., Kravchenko A. A. Sostoyanie svodov stopy u hokkeistov // *Vestnik MGPU. Seriya: Estestvennye nauki*. 2021. № 3 (43). P. 79–86. (In Russ.). DOI: 10.25688/2076-9091.2021.43.3.7
3. Nacional'naya programma podgotovki po vidu sporta «Hokkej» / Ministerstvo sporta Rossijskoj Federacii, Federaciya Hokkeya Rossii. Moscow, 2019. (In Russ.).
4. Timaev M. H. Ploskaya stopa (pes planovalgus/flatfoot) detskogo vozrasta: sovremennoe sostoyanie problem / M. H. Timaev [et al.] // *Rossijskij medicinskij zhurnal*. 2017. № 23 (3). P. 165–168. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ploskaya-stopa-pes-planovalgus-flatfoot-detskogo-vozrasta-sovremennoe-sostoyanie-problemy> (accessed: 05.10.2023).



УДК 796.01

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.09

Екатерина Сергеевна Каченкова

Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ВОЗРАСТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ У МУЖЧИН СТАРШЕ 50 ЛЕТ

Аннотация. В статье рассматривается проблема взаимосвязанных изменений в работе органов и систем у мужчин 50–60 лет, с учетом факта манифестации развития заболеваний при начальных изменениях со стороны сердечно-сосудистой системы. В исследовании приняли участие мужчины старше 50 лет с рисками развития заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также имеющие начальные изменения со стороны мочеполовой системы. В результате проведенного исследования была достоверно доказана эффективность средств физических упражнений, направленных на усиление кровообращения к органам малого таза, что способствовало не только нормализации функциональных показателей организма, но и улучшению уродинамических показателей.

Ключевые слова: застойные явления, физические упражнения, мужчины старше 50 лет, тренажеры

UDC 796.01

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.09

Ekaterina Sergeevna KachenkovaMoscow City University,
Moscow, Russia**THE USE OF PHYSICAL CULTURE TO CORRECT AGE-RELATED
FUNCTIONAL CHANGES IN MEN OVER 50 YEARS OF AGE**

Abstract. This article discusses the problem of interrelated changes in the work of organs and systems in men aged 50–60 years, taking into account the fact of the manifestation of the development of diseases with initial changes from the cardiovascular system. The study involved men over 50 years of age with risks of developing diseases of the cardiovascular, respiratory systems, as well as having initial changes from the genitourinary system. As a result of the conducted research, the effectiveness of physical exercises aimed at increasing blood circulation to the pelvic organs was reliably proven, which not only contributed to the normalization of functional indicators of the body, but also improved urodynamic indicators.

Keywords: stagnation, physical exercises, men over 50 years old, exercise equipment

В современной геронтологии имеется достаточно большой объем материалов о теориях старения человеческого организма. При этом имеющийся ряд теорий описывают процессы старения, начиная с теорий генетических изменений в молекулах ДНК, накоплением повреждений и заканчивая теорией социально-психологического старения с учетом генетическую предрасположенность к возрастным изменениям [2].

Безусловно, в настоящее время научились продлевать жизнь и есть различные методы, однако необходимо учитывать, что человек не просто стареет, он активно приобретает ряд заболеваний по схеме так называемого порочного круга, когда одни изменения в органах и системах взаимосвязанно влекут за собой другие, что приводит к снижению качества жизни. Процессы старения в системах организма протекают неодинаково, однако уже давно известно, что имеется манифестация развития заболеваний при начальных изменениях в других органах, если учитывать взаимосвязь систем организма как единого целого. Выявляя физиологическую связанность и системность изменений в организме человека, можно воздействовать на сам механизм этих изменений в других системах с помощью средств физической культуры [3].

Возрастные изменения можно выделить в понятие метаболического синдрома, что связано с рисками возникновения артериальной гипертензии, гипергликемии, инсулинорезистентности, гипертриглицеридемии [2]. Частота развития метаболического синдрома увеличивается с возрастом. Результаты исследований последних лет по взаимосвязи развития нарушений заболеваний нижних мочевых путей и заболеваний предстательной железы с имеющимся метаболическим синдромом доказали прямую связь между ними, особенно

при развитии доброкачественной гиперплазии предстательной железы [7, 9]. Синергичность влияния компонентов метаболического синдрома на маркеры воспаления предстательной железы обусловлены тем, что происходит стимуляция пролиферации фибромускулярных структур гиперплазированной предстательной железы. Длительный воспалительный процесс в предстательной железе, который достаточно сложно определить, ведет не только к нарушению функций нижних мочевых путей, но и к морфологическим изменениям в мочевом пузыре в виде фиброза, когда изменяется соотношение мышечной и соединительной ткани в сторону последней в периуретральной части, при этом нарушение кровообращения в данной зоне приводит к гипоксии тканей и, как следствие, к лейкоцитарной инфильтрации. Здесь стоит отметить факт застойных явлений, когда в результате снижения кровоснабжения мышц органов малого таза происходит стимуляция разрастания соединительной ткани и ухудшения питания половых органов [6]. Учитывая факт того, что мужчины старшего возраста плохо переносят стресс, происходит усиление работы надпочечников, что приводит к увеличению выброса кортизола, который, в свою очередь, способствует изменению гормонального фона и нарушению выработки тестостерона. А это уже связано влияет на формирование половой дисфункции мужчин старшего возраста. На практике было доказано, что выполнение физических упражнений циклического характера (велотренажер, беговая дорожка, эллипсоидный тренажер) по 30–40 мин. каждый день значительно снижает уровень кортизола в крови [8]. При этом высокоинтенсивные физические нагрузки (велоэргометрические субмаксимальной нагрузки) у мужчин второго зрелого возраста вызывают увеличение содержания кортизола в крови и снижение продукции тестостерона [5].

Методы исследования

В эксперименте приняли участие 58 мужчин в возрасте 50–60 лет (средний возраст — 56,8 лет), находящихся в зоне риска возникновения метаболического синдрома, а также имеющих увеличенный размер предстательной железы с риском возникновения доброкачественной гиперплазии предстательной железы (до 20 мм), согласно данным проведенной диспансеризации. В экспериментальную группу были определены 28 мужчин, которые начали выполнять физические упражнения по разработанной схеме, остальные стали заниматься самостоятельно. Схема занятий была разработана с учетом имеющихся факторов возникновения заболеваний со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также с учетом нарушения показателей уродинамики у мужчин данной категории. Обработку данных выполняли с использованием программы MS Excel 2021 и Statistica. Данный эксперимент продолжался на протяжении 6 месяцев с частотой занятий 3 раза в неделю.

На основании проведенного анализа диспансеризации мужчин старше 50 лет был подобран и разработан комплекс специальных средств физической культуры, включающий упражнения на специальных тренажерах для улучшения кровообращения в органах малого таза. В программу вошел ряд циклических упражнений, в том числе и «Тропа здоровья», заключающаяся в ходьбе на начальных этапах ежедневно в темпе 50 шагов в минуту, далее — до 70 шагов в минуту. Выполнение кардионагрузки было определено на тренажерах эллипсоидного типа, а также на беговой дорожке, что позволяло проводить четкое дозирование нагрузки и оценивать показатели работы сердечно-сосудистой системы. Данная направленность упражнений была необходима для повышения функциональных возможностей работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также для снижения рисков уродинамических нарушений. Методика занятий на блоковых тренажерах Abductor and adductor, Leg Press, Leg extension, Cable Crossover выполнялась с целью стимулирующего воздействия на органы малого таза, в том числе и на простату. При этом акцент выполнения упражнения на данных тренажерах был направлен на дополнительное применение дыхательных техник, что способствовало разгрузке кровообращения в области таза и нижних конечностей, а также стимуляции борьбы с имеющимися фиброзированными участками предстательной железы.

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика динамики показателей у мужчин 50–60 лет после проведенного эксперимента.

Таблица 1

Динамика функциональных показателей обследованных

Показатели	Период наблюдения	Экспериментальная группа, $M \pm m, n = 28$	Контрольная группа, $M \pm m, n = 30$
Пульс в покое, уд/мин	исходно	$78 \pm 0,5$	$80,2 \pm 0,6$
	в конце наблюдения	$64,4 \pm 0,4$ $p < 0,01$	$83,1 \pm 0,5$ $p_1 < 0,01$
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	исходно	$142,6 \pm 0,8$	$140,1 \pm 0,7$
	в конце наблюдения	$130,2 \pm 0,8$ $p < 0,05$	$149,1 \pm 0,5$ $p_1 < 0,05$
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	исходно	$86,0 \pm 0,4$	$84,2 \pm 0,4$
	в конце наблюдения	$78,2 \pm 0,3$ $p < 0,05$	$89,3 \pm 0,5$ $p_1 < 0,05$

Показатели	Период наблюдения	Экспериментальная группа, $M \pm m, n = 28$	Контрольная группа, $M \pm m, n = 30$
Двигательная активность, тысяч шагов/сутки	исходно	$4,7 \pm 0,08$	$4,5 \pm 0,07$
	в конце наблюдения	$6,7 \pm 0,1$ $p < 0,01$	$4,6 \pm 0,0,1$ $p_1 < 0,01$
Проба Генче, с	исходно	$29,0 \pm 0,09$	$29,2 \pm 0,16$
	в конце наблюдения	$36,2 \pm 0,14$ $p < 0,01$	$28,0 \pm 0,3$ $p_1 < 0,01$
Время задержки мочеиспускания, с	исходно	$10,6 \pm 1,1$	$11,7 \pm 1,1$
	в конце наблюдения	$5,7 \pm 0,4$ $p < 0,01$	$10,5 \pm 1$ $p_1 < 0,01$
Средняя скорость мочеиспускания, мл/с	исходно	$9,5 \pm 0,9$	$9,5 \pm 0,9$
	в конце наблюдения	$9,4 \pm 0,9$ $p < 0,05$	$9,5 \pm 0,87$ $p_1 < 0,05$

Условные обозначения: p — достоверность динамики показателей в ходе наблюдения в обеих группах, p_1 — достоверность различий между показателями обеих групп в конце наблюдения.

Исходя из данных, представленных в таблице 1, можно отметить, что выполнение упражнений по разработанной схеме позволяет говорить о ее результативности. Так, в экспериментальной группе произошло снижение артериального давления в сторону нормализации, при этом у мужчин контрольной группы эти показатели ухудшились. Можно предположить, что мужчины, находящиеся в контрольной группе испытуемых, начинали заниматься сразу силовыми видами упражнений, что способствовало активации функциональных показателей и невозможностью быстрой адаптации к неадекватным нагрузкам. Показатели пробы Генче у экспериментальной группы относительно контрольной улучшились на 13 %. Учитывая направленность применения физических упражнений на улучшение кровообращения в органах малого таза с целью снижения застойных явлений, можно отметить уменьшение времени задержки мочеиспускания у экспериментальной группы почти в 2 раза, при этом средняя скорость мочеиспускания оставалась примерно одинаковая у обеих групп. Здесь можно предположить, что разработанная методика усиливает сокращение и активность в области гладкомышечных клеток детрузора, однако, учитывая незначительное увеличение предстательной железы и утолщение стенок мочевого пузыря, средняя скорость мочеиспускания остается примерно на одном уровне.

Заключение

На основании вышеизложенного материала и проведенного исследования можно сделать вывод, что специально разработанная методика занятий для мужчин старше 50 лет должна основываться на физиологических аспектах старения организма и взаимосвязи нарушения работы органов и систем, находящихся в зоне риска возникновения заболеваний. При этом программу занятий необходимо разрабатывать с учетом комплексного воздействия на системы органов, и в первую очередь на сердечно-сосудистую, так как при начальных изменениях со стороны сердечно-сосудистой системы будет нарушена системная гемодинамика, приводящая к развитию различных нарушений в других системах организма. Также необходимо отметить, что активизация кровообращения в области органов малого таза способствует восстановлению перекрестных сигналов для мышечной иннервации, улучшая при этом вегетативную.

Список источников

1. Аполихин О. И. Анализ уронефрологической заболеваемости и смертности в Российской Федерации за десятилетний период (2002–2012 гг.) по данным официальной статистики / О. И. Аполихин [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. 2014. № 2. С. 4–10.
2. Завалишина С. Ю., Медведев И. Н. Агрегационные особенности эритроцитов и тромбоцитов у старых крыс, испытывающих регулярные физические нагрузки на беговой дорожке // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29. № 3. С. 437–441.
3. Каченкова Е. С. Физкультурно-оздоровительная тренировка мужчин 50–60 лет как средство профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы / Е. С. Каченкова [и др.] // Теория и практика физической культуры. 2020. № 9. С. 62–64.
4. Медведев И. Н., Скорятин И. А., Завалишина С. Ю. Сосудистый контроль над агрегацией форменных элементов крови у больных артериальной гипертензией с дислипидемией // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2016. Т. 15. № 1. С. 4–9.
5. Погодина С. В., Филиппов М. М., Юферев В. С. Содержание стероидных гормонов в организме спортсменов и нетренированных лиц первого и второго периодов зрелого возраста // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2015. № 2. С. 81–91.
6. Расин М. С. Хроническое воспаление и инсулинорезистентность в патогенезе доброкачественной гиперплазии предстательной железы (обзор литературы) // Экспериментальная и клиническая урология. 2016. № 1. С. 52–57.
7. Churilla J. R., Fitzhugh E. C., Thompson D. C. The metabolic syndrome: how definition impacts the prevalence and risks in US adults: 1999–2004 NHANES // *Metab Syndr Ralat Disord*. 2007. № 5 (4). P. 331–342.
8. Kachenkova E. S. The dynamics of the functional state of the body of men 50–59 years old against the backdrop of health training / E. S. Kachenkova [et al.] // *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. Vol. 12. № 1. P. 1378–1385.

9. Nandeesh H. Hyperinsulinemia and dyslipidemia in non-diabetic benign prostatic hyperplasia / H. Nandeesh [et al.] // *Clin Chim Acta*. 2006. № 370 (1–2). P. 89–93.

References

1. Apolikhin O. I. Analysis of uronephrological morbidity and mortality in the Russian Federation for a ten-year period (2002–2012) according to official statistics / O. I. Apolikhin [et al.] // *Experimental and clinical urology*. 2014. № 2. P. 4–10. (In Russ.).

2. Zavalishina S. Yu., Medvedev I. N. Aggregation features of erythrocytes and platelets in old rats experiencing regular physical activity on a treadmill // *Successes of gerontology*. 2016. Vol. 29. № 3. P. 437–441. (In Russ.).

3. Kachenkova E. S. Physical culture and wellness training of men 50–60 years old as a means of preventing diseases of the cardiovascular system / E. S. Kachenkova [et al.] // *Theory and practice of physical culture*. 2020. № 9. P. 62–64. (In Russ.).

4. Medvedev I. N., Skoryatina I. A., Zavalishina S. Yu. Vascular control over the aggregation of shaped blood elements in patients with arterial hypertension with dyslipidemia // *Cardiovascular therapy and prevention*. 2016. Vol. 15. № 1. P. 4–9. (In Russ.).

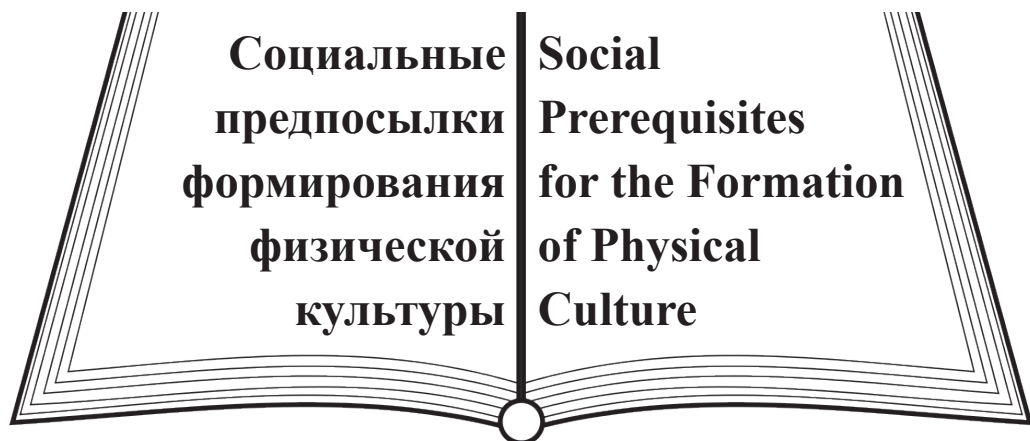
5. Pogodina, S. V., Filippov M. M., Yuferev V. S. The content of steroid hormones in the body of athletes and untrained persons of the first and second periods of adulthood // *Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Medical and biological Sciences*. 2015. № 2. P. 81–91. (In Russ.).

6. Racine M. S. Chronic inflammation and insulin resistance in the pathogenesis of benign prostatic hyperplasia (literature review) // *Experimental and Clinical Urology*. 2016. № 1. P. 52–57. (In Russ.).

7. Churilla J. R., Fitzhugh E. C., Thompson D. C. The metabolic syndrome: how definition impacts the prevalence and risks in US adults: 1999–2004 NHANES // *Metab Syndr Ralat Disord*. 2007. № 5 (4). P. 331–342.

8. Kachenkova E. S. The dynamics of the functional state of the body of men 50–59 years old against the backdrop of health training / E. S. Kachenkova [et al.] // *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. Vol. 12. № 1. P. 1378–1385.

9. Nandeesh H. Hyperinsulinemia and dyslipidemia in non-diabetic benign prostatic hyperplasia / H. Nandeesh [et al.] // *Clin Chim Acta*. 2006. № 370 (1–2). P. 89–93.



**Социальные
предпосылки
формирования
физической
культуры**

**Social
Prerequisites
for the Formation
of Physical
Culture**

УДК 791.643.3:796.6

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.10

Елена Юрьевна Юдина

Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

**ОТКРЫТИЕ, ПРОВЕДЕНИЕ И ИТОГИ
ПЕРВОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ ВЫСТАВКИ ПРЕДМЕТОВ СПОРТА:
ПРЕЗЕНТАЦИЯ В СМИ И РЕАКЦИЯ ПУБЛИКИ**

Аннотация. Первая часть материала, посвященного организации Первой Всероссийской выставки предметов спорта в 1902 году, была опубликована в № 2 (50) научного журнала «Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки» за 2023 год («Первая Всероссийская выставка спорта в Михайловском манеже в представлении отечественной дореволюционной прессы»). Читатель мог оценить масштаб сложностей и непростых задач, возникших в процессе подготовки выставки: от поисков подходящего названия и уточнения сроков проведения до сложных отношений информационных спонсоров. Вторая часть представляет собой продолжение публикации истории об организации и проведении первой спортивной выставки в преломлении отечественной прессы начала XX столетия. Речь идет о восприятии представителями СМИ специфики награждения участников, оценочных мнений посетителей.

Ключевые слова: выставка спорта, предметы спорта, пресса, журнал «Спорт», «Автомобильное дело», «Русский турист», реклама

UDC 791.643.3:796.6

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.10

Elena Yurievna YudinaMoscow City University,
Moscow, Russia**FIRST ALL-RUSSIAN SPORTS EXHIBITION:
OPENING, HOLDING AND RESULTS
IN THE MEDIA PRESENTATION AND PUBLIC OPINION**

Abstract. The first part of the material dedicated to the organization of the First Exhibition of Sports Objects in 1902 was published in No. 2 (50) of the scientific journal “MCU Journal of Natural Sciences” (the First All-Russian Sports Exhibition in the Mikhailovsky Arena in the presentation of the domestic pre-revolutionary press) this year. The reader could assess the scale of the difficulties and difficult tasks that stood in the process of preparing the exhibition: from searching for a suitable name and specifying the timing, to complex relations between information sponsors. The second part presents the continuation of the publication of the story about the organization and holding of the first sports exhibition in refraction of the domestic press of the beginning of the 20th century. We are talking about the perception by the media of the specifics of awarding participants, the assessment opinions of visitors.

Keywords: sports exhibition, sports objects, press, magazine “Sport”, “Automobile business,” “Russian tourist,” advertising

В № 110 Правительственного вестника от 19 мая 1902 года было анонсировано официальное открытие Первой Всероссийской выставки предметов спорта: «...с проведением “молебствия” намечено на 13:00, а для посетителей — на 15:00, чтобы можно было провести гимнастические упражнения». Также сообщалось, что привлечено более 100 экспонентов по всем видам спорта и объединенных с ними экспонентов промышленности и торговли: «Санкт-Петербургский воздухоплавательный парк будет демонстрировать воздушные шары, воздушные змеи, почтовых голубей и проч. Кроме того, в публичных гимнастических упражнениях примут участие Санкт-Петербургские спортивные общества “Сокол” и “Пальма”, выставка открыта до 12 часов ночи» [12]. «Петербургский листок» № 190 от 1902 года информировал, что входная плата равна одному рублю; по данным другой газеты, входная плата составляла 40 копеек (возможно, только на время практических сеансов гимнастики и атлетики) (см. рис. 1) [11]. Если петербургское правительственное издание привлекало внимание публики конкретными сведениями о выставочных событиях, то ежедневное издание «Московский листок» № 110 от 19 мая 1902 года было крайне лаконично: 19 мая в Санкт-Петербурге в Михайловском Манеже открылась первая всероссийская выставка спорта в пользу попечительного общества о доме трудолюбия для калек» [3]. Объявление в Петербургской газете № 139 информировало:



Рис. 1. Объявления о Первой Всероссийской выставке спорта в газете «Петербургский листок» от 19 (№ 135) и 23 мая (№ 139) 1902 г. Из фондов Российской национальной библиотеки

«Выставка была открыта с 11 часов дня до 12 часов ночи. Цена входного билета — 40 копеек. С 22 мая вечером с 20:00 до полуночи проходят атлетические состязания и гимнастические упражнения; на выставке работали первоклассный ресторан и оркестр музыки» [8].

А 20 мая 1902 года в рубрике «Телеграммы от российского агентства» в Московском листке № 139 упоминалось всего-навсего, что «на выставке 10 отделов. За выдающиеся экспонаты будут присуждены награды» [4]. Значит, организаторам было важно, хотя бы и кратко, проинформировать московских любителей спорта, понимая, что не многие спортивные любители поедут специально на выставку.

Автор журнала «Спорт» № 21 в несколько ироничной манере, но лаконично, описал открытие выставки предметов спорта: «Самое точное, что было на выставке — это открытие. Молебствие началось ровно в 1 час дня, как и было назначено. Сказать, что оно было торжественным, нельзя» [18]. Это мнение разделялось и другими изданиями. Журнал «Самокат» № 428 от 25 мая дал на своих страницах отчет об открытии выставки и ее наполнении. О процедуре открытия редакторы писали в заметке так: «Церковный причт расположился посреди манежа, а по окончании молебна обошел все витрины, для окропления осв. водою. Как-то непривычно было смотреть, как были окроплены самокаты, еще так недавно считавшиеся народом чертовой машиной...» (орфография оригинала. — Е. Ю.) [15]. Можно допустить, в этом и содержался ответ на вопрос, почему журнал оказался не в фаворе как информационный партнер комитета выставки, хотя издание в Манеже имело свой павильон. Возможно, журналисты

были слишком свободны, прямолинейны и категоричны в выражении своего мнения, что негативно воспринималось организаторами. Возможно, узкоспециализированная сконцентрированность издателей на автомобильном вопросе тоже сказалась на решении комитета. Задача продвижения своих интересов за счет материалов о выставке была очевидна для издателей-редакторов «Самоката» братьев П. А. и Н. А. Орловских, которые в № 430 продолжали освещать выставочные мероприятия с нужных им позиций, отмечая трудности организаторов по привлечению публики.

На рисунке 2 представлена фотография Первой Всероссийской выставки предметов спорта в Михайловском манеже, опубликованная в № 22 журнала «Нива» за 1902 год.



Первая всероссийская выставка предметов спорта. Входная арка.
По фот. Полонского авт. «Нивы».

Рис. 2. Публикация фотографии с Первой Всероссийской выставки предметов спорта в Михайловском манеже в журнале «Нива» (1902, № 22, с. 442).
Из фондов библиотеки Руниверс

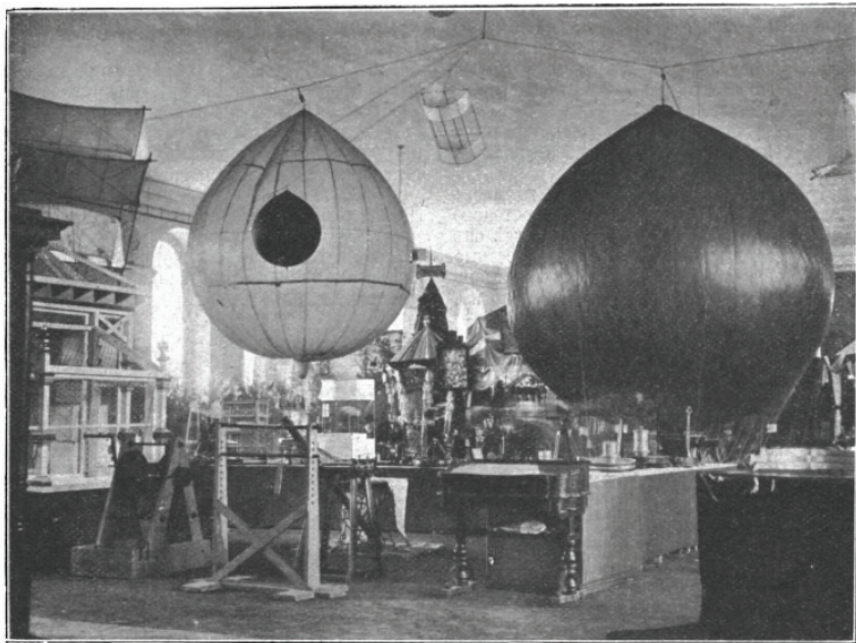
В публикации о составе выставки издание «Спорт» № 21 досадовало, что новинок на выставке нет, все экспонаты в виде товаров уже давно в продаже, а цена входного билета в один рубль, вероятно, отпугивала посетителей — их было мало. Также вызвал удивление корреспондента «скверный каталог, по которому ровно ничего нельзя найти» [18]. Зато про щедрую похвалу в собственный адрес журнал «Спорт» не забыл: «Еще дальше витрина журнала «Спорт» — в русском стиле; тоже одна из тех витрин, которые собирают

вокруг себя публику». Как заметил корреспондент, коньки можно было встретить только в одном месте — среди экспонатов фирмы «Пек и Прейсфрейнд». Не удержался журнал «Спорт» и от критики в адрес «прескверных» теннисных мячей — единственного экспоната отдела легкой атлетики и игр; досталось и отделу фотографии, конкретно журналу «Фотограф-любитель», представившему стереоскопы с «неприличными видами», привлекавшими внимание подростков, чего, по мнению автора, не пристало делать выставке такого уровня. Подвергся критике и отдел конского спорта: отсутствие коней, «два чучела, да и то с кривыми ногами». Редакция «Спорта» была удивлена предметами, дополнившими выставку, и вроде бы не имевшими отношения к спортивной теме: пряники Абрамова, детские игрушки и прочее. Почему проявилось раздражение в интонациях и лингвистическом наполнении текстов журналистов, сказать сложно, но, возможно, они не увидели эффекта от своих ожиданий. Следующий репортаж о проведении выставки в № 22 «Спорта» носил (неожиданно) совершенно положительный характер, и даже входная плата не показалась автору высокой, что послужило, по его мнению, в этот раз причиной наплыва посетителей.

О показательных состязаниях, проводившихся по программе во второй половине дня, автор репортажа очень подробно информировал читателей, сделав вывод, что «чистый спорт обязан быть вне рекламы и обмана, но устроители, по-видимому, судят иначе». В состязаниях выступали цирковые артисты (самокатчики труппы Андро Чинизелли), профессиональные спортсмены, любители, «ходулисты» (гимнасты Гринштейн-Щелкин и Андреев, и «разрекламированный» борец Карл фон-Гаузен). Видимо, организаторы пытались использовать все средства привлечения публики (кроме экспонатов и буфета), даже клоунаду во время состязаний, что авторам журнала опять же показалось совсем неуместным для такого серьезного мероприятия.

Удивительно, что журнал «Нива» (№ 22), позиционирующий себя как издание для семейного чтения, добавил в бочку меда ложку дегтя на счет контента выставочных павильонов [6]. Авторам статьи, посетившим выставку в Михайловском манеже, оформление выставки и экспонаты не показались уникальными и лучшими (например, воздушные шары висели, надутые воздухом, креплениями вверх) (см. рис. 3).

Журналисты «Нивы» (№ 22) написали рецензию, в которой было много эпитетов «простота», «обыкновенный», фразы «ничего более интересного», «все это приходилось видеть на обычных выставках». Критики отмечали наибольшую предметную представленность отдела велосипедного спорта, а также сетовали, что некоторые виды просто не были представлены ни одним экспонатом (атлетика, лыжный спорт, скаковой и рыболовный). Общее резюме: восторженное вступление к каталогу из Положения о Первой Всероссийской выставке предметов спорта не соответствовало действительности: «Для начала вышло недурно», даже если «первый блин комом» [6].



Первая всероссийская выставка предметов спорта. Отдѣль воздухоплавательнаго парка.
По фот. Подонскаго авт. «Нивы».

Рис. 3. Публикация фотографии с Первой Всероссийской выставки предметов спорта в Михайловском манеже в журнале «Нива» (1902, № 22, с. 443).

Из фондов библиотеки Руниверс

«Петербургская газета» (№ 136) описывала выставку так: «Открытие, как нам кажется, можно было отложить еще на несколько дней, так как “законченной” выставку отнюдь нельзя назвать. Пустого места — масса. Многого еще нет, многого и совсем не будет. Арена, где должны состояться в будущем, как нам объяснили, гимнастические упражнения, совсем не готова. Очерчен только белый круг... Несколько киосков пустует. Хотя выставка далеко не полная и не законченная, на ней есть много интересного, а потому можно себе представить, какой крупный и выдающийся интерес вызывала бы она, если бы была шире и более умело организована» [7]. Репортер удостоил похвалы отдел воздухоплавания; отдел водного спорта он охарактеризовал, что «к несчастью, очень “водянист”, кроме хорошей гребной байдарки Рейнвальда»; сожалел, что еще не совсем готов отдел общества велосипедистов-любителей, которое задалось прекрасною целью создать исторический обзор велосипедного спорта в России начиная с 1850 года, то есть с самого начала велосипедного спорта. Удостоилось упоминания в заметке общество охранения здоровья женщины. Каталог выставки не произвел впечатления «составлен крайне безалаберно и никаких сведений, за исключением перечисления экспонатов, и то неполного, не дает» [7].

А на странице 8 «Самоката» № 435 и без того шаткая репутация организаторов выставки была просто уничтожена обвинением в равнодушии к экспонатам и бесконтрольном воровстве артели охранников: «Отголоски выставки спорта. На выставке попрежнему не все идет гладко. Весьма слабо организован надзор за экспонатами и были неоднократно случаи пропажи с выставки разных предметов» (орфография оригинала. — *Е. Ю.*). Наконец, 9 июня автор А. Гринин в журнале «Спорт» № 124 снова публикует недоуменный отзыв о состязаниях, теперь уже по французской борьбе. Там же находим, что «манеж совершенно пустует и... наводит тоску», «народу в манеже больше, чем мало», «выставка посещается также усердно, как и прежде, то есть никто на нее не ходит», «состязания превратились в балаган» [17].

«Петербургская газета» № 137 от 21 мая 1902 года провела расследование причин ошибок, допущенных в организации выставки. В ней появилось анонимное интервью с одним из организаторов. Оно настолько красноречиво, что стоит привести текст целиком: «Пусто и уныло на выставке спорта. Публика на выставке — явление зело редкое. Четыре часа дня, а посетителей можно сосчитать по пальцам. На лицах у немногих сих написан один и тот же вопрос: “Неужели это всероссийская выставка спорта?” Да, удар администрацией выставки нанесен спорту российскому громадный. Спорт, можно смело сказать, находится на самой низкой ступени развития. На самом деле это далеко не так.

— Дело в том, что мы рассчитывали на иностранных экспонентов. Мы ведь сначала хотели устроить международную выставку спорта. Но потом по некоторым материальным соображениям пришлось изменить намеченный план.

— Сильно вы рассчитывали на иностранцев?

— Мы думали, что по крайней мере 90 процентов будет иностранных экспонентов. Пожалуй, если бы все, что есть, увеличить в 8–10 раз, то получилось бы что-нибудь похожее на спортивную выставку.

— Вы разослали приглашения выставку за границу?

— Да, мы их разослали уже месяца два тому назад, но ввиду того, что не был разрешен беспошлинный ввоз, не явились и иностранные экспоненты.

Подумаешь, какое разочарование. Думали удивить всех в Петербурге развитием иностранного спорта, а иностранцы не пожелали удивлять. А не лучше ли было даже не удивлять, а только показать развитие нашего спорта?»

Вывод редакции был все же обнадеживающий — «выставка пользы материальной не принесла, но и не дала убытка, так как известный процент от продаваемых на выставке вещей шел в пользу выставки» [9].

Хотя и тут не обошлось без курьезов. «Петербургская газета» писала, что некий господин «Л-н» пытался предстать перед журналистами в качестве руководителя бюро печати: «Но дело объяснилось скоро, а именно заявлением всех представителей прессы, что никакого бюро, а тем паче председателя его г-на Л-на они признавать не желают». Выставка могла быть привлекательной

и для мошенников. Не обошлось без криминального происшествия: 22 мая газета сообщила, что у спортсмена, сына купца М. Н. Власова, посетившего выставку в Манеже, украли велосипед стоимостью 300 рублей. А предложили оставить велосипед у выставки, видимо, служащие, хотя газета этот факт не конкретизирует.

Критическое настроение публикаций нарастало быстро. Мы можем даже судить об этом, рассмотрев карикатурные изображения, напечатанные в № 21 приложения «Наше время» к «Петербуржскому листку» (рис. 4) [5].



Рис. 4. Карикатура к выставке спорта. «Наше время». 1902. № 21.
Электронная библиотека Российской национальной библиотеки

Выставке посвящали сатирические стихи, как гласила рубрика «Листки из альбома свистунов. О том, о сем»:

Мы немного опоздали
С «выставкою спорта»
Обстоятельства мешали
Разного там сорта, —
То одно и то другое
Не готова; уж такое
Изстари явленье
Нам в обыкновенье.
Но позвольте, тут прямое недоразумение
Господа! Для Петрограда
Спорта выставку нам надо?
Что-же, превосходно, —

Никого не беспокоя,
Мигом, коль угодно,
Все устрою вам легко я,
Быстро и свободно!

*Кук // Петербургский листок,
1902, № 135, с. 2*

Автор «Спорта» № 29 под псевдонимом Фонарь резюмировал по поводу значения выставки: «Таким образом первая выставка спорта не только не поработала на пользу распространения спорта, но как раз наоборот: ведь все газеты трубили в один голос, что на выставке спорта пусто, скучно, незанимательно» [16]. О награждении победителей выставки журналисты также сообщили читателям в номерах 28 и 29 от 13 и 20 июля 1902 года. Всего журнал «Спорт» посвятил выставке предметов спорта 14 публикаций, включая рекламную. Практически все они носили не столько обзорный, информационный характер, сколько аналитико-критический и, по сути, создавали лексическими средствами негативный имидж выставки.

Итоги выставки и причины несбывшихся надежд

Публикация «Петербургского вестника» № 150 от 10 июля 1902 года оповещала о наградах, врученных по завершении работы выставки спорта 9 июля [13]. Почетные дипломы вручались преимущественно иностранным фирмам из Франции, Германии, Австрии, Англии. Это были как производители шелковых тканей для аэростатов и резиновых изделий, так и акционерные общества. В числе награжденных оказались предприниматели из Москвы, Санкт-Петербурга, Ижевска (за оружейные предметы). Большие золотые медали получили судостроительные и оптические производства (например, компания Кодак), воздухоплавательная газета из Берлина, акционерное общество (Дукс), торговые дома (Триумф), производители велосипедов из Америки (Пирс, Дайтон) и другие. Сообщалось также о присуждении малых золотых, больших и малых серебряных медалей, бронзовых медалей, похвальных отзывов и особых благодарственных дипломов. Последние были присуждены обществу велосипедной и автомобильной езды, состоящих под августейшим покровительством Его Императорского Высочества великого князя Сергея Михайловича, обществу велосипедистов-туристов, петербургскому обществу велосипедистов-любителей, обществу «Унион», Петербургскому гимнастическому обществу, обществу охранения здоровья женщины, итальянскому туринг-клубу, военному учебному воздухоплавательному парку, иллюстрированным журналам «Автомобиль» и «Спорт». Эта выставка, безусловно, поднимала авторитет участников и привлекала внимание к проблемам спортивных занятий, производства инвентаря, научных исследований.

Рекламное объявление торгового общества «Победа» (единственного представителя брендов-победителей выставки) в заголовочной части кричало читателям о достижениях на первой выставке предметов спорта: «Почетный диплом (Гран-при), золотые медали «Ни один из экспонентов не получил столько наград!» (рис. 5). Издание «Московский листок» № 190 от 10 июля 1902 года, по спартанской традиции, лаконично информировал «Состоялось объявление наград на первой всероссийской выставке спорта. Всего наград присуждено 139» [2].



Рис. 5. Фото наград русского туринг-клуба на Первой Всероссийской выставке предметов спорта в 1902 г. Журнал «Русский турист», 1902, с. 324.
Из фондов Российской государственной библиотеки

Пост-релиз в № 112 «Петербургского вестника» от 22 мая, наоборот, создавал положительный образ необычного мероприятия: «Выставка привлекла многочисленных экспонентов — представителей разнообразных видов спорта. Видное участие приняли на выставке разные общества велосипедистов. Одно из первых мест по своим задачам принадлежало русскому “Турингъ-клубу”. Многие экспоненты (участники) представили на выставку велосипеды и их принадлежности, автомобили и разнообразные предметы, относящиеся к водному и конскому спортам». Особенно отмечалось, что значительное место

занимает петербургский учебный воздухоплавательный парк, который представил картину воздухоплавательных испытаний и почтового голубеводства. Кроме того, участниками выставки стали несколько спортивных журналов. Журнал русского туринг-клуба — «Русский турист» — подробно освещал проведение выставки и свое участие в ней, посвятив в 1902 году этой теме немало страниц. Издание было награждено малой золотой медалью, а Российское общество туристов отмечено благодарственным дипломом за активную организацию выставки (см. рис. 5) [14].

Перечисляя в № 435 выданные на выставке награды и дипломы, редакторы «Самоката» выразили в заключение мысль, что их неудачи кроются в действиях соперников, ведущих дело неэтично: «Насколько статьи, помещенные в журнал „Самокат“, ценятся видно из того, что перевод книги Бодри-де-Сонье названной нами „Как устроен мотор и как обращаться с ним“, перепечатана почти целиком и дословно (!) без указания источника, в одно юркое издание, которое пожелало выступить на соискание наград. Вероятно, ввиду такого образа действий, оно получило малую золотую медаль» (с. 3–4). Очевидно, это был «камень в огород» журнала «Русский турист» (см. рис. 5).

Наконец, издание «Самокат» в № 432 за авторством ЭНЪАО печатает материал, озаглавленный как «Крах выставки». И вот тут читатель узнает то, что ни одно другое издание не обсуждало: выставка крайне недостаточно освещалась в прессе, то есть практически была лишена рекламирования за неимением средств. Вся статья звучит как обвинительный приговор комитету выставки: «С первого дня выставки и даже до ее открытия стало ясно, что выставка крайне неудачна во всех отношениях. Всем было понятно, что правила выставки были составлены из рук вон плохо, что цены за места были назначены прямо чрезвычайные, что месяцы выставки были выбраны наиболее неподходящие, что... и все в таком же роде». Комитет критиковал популяризаторскую деятельность «Самоката», видимо, желая разделить ответственность по причинам неудачного хода выставки, но проблемы были не только в этом. Рекламные уличные вывески надо было переделать, «так как эти вывески крайне неудачно и мелко сделаны». Запуск воздушного шара с публикой отклонили как дорогое мероприятие, автогонка сорвалась. Представитель комитета Ландрат предлагал отпечатать экспонентам за свой счет раскрашенные плакаты большого формата, но его предложение не было принято. Гильгендорф предложил отпечатать 100 000 «летучек» (объявлений) для раздачи на всех вокзалах. В результате созданная комиссия решила: «Сто рублей было ассигновано на столбы с объявлениями, а сто сорок пять — на печатание афиши, которые на собрании были предложены Ландратом, но забракованы экспонентами. На эти расходы в 250 рублей собрано было только сто рублей, а летучки предположено окупать объявлениями на них. Это последнее крайне сомнительно ввиду того, что экспоненты не верят в это дело». Дело рекламирования, по всей видимости, не было поручено профессиональному агентству, решили сэкономить и обойтись своими силами, но знаний и опыта членов

комитета явно не хватило для создания положительного образа выставки и информирования публики.

При таких непростых обстоятельствах и невероятной конкурентной борьбе прошла в 1902 году Первая Международная (Всероссийская) выставка предметов спорта, много обещавшая, не все желания исполнившая, имевшая организационные проблемы, но показавшая в определенной степени непонимание комитетом ценностей спорта для населения, слабость учета влияния прессы и рекламной коммуникации на целевую аудиторию (как обычную публику, так и бизнесменов).

Вполне вероятно, что, не имея опыта проведения подобных выставок, но понимая общественную значимость спорта в жизни российского общества начала XX столетия, организаторы сделали ее в понятном и привычном ключе, как и все остальные кустарно-промышленные выставки, без учета специфики. Но сопряжение с благотворительностью заставляло собрать как можно больше ценителей спорта, а значит, увеличить собранную сумму за посещение Манежа как выставочного пространства. Впервые в России спорт стал основным объектом и инфоповодом для проведения выставки. Несмотря на критику журналистов, фирмы, относящиеся по роду деятельности к спортивной сфере, старались поддержать свой имидж призеров выставки маркетинговыми ходами, например в рекламных объявлениях, как это сделал торговый дом «Победа» (рис. 6).

Выставка закрывалась 13 июля. Проливает свет на причины невысокой эффективности организованного мероприятия заметка в газете «Петербургский листок» № 190, под заголовком «Финал спортивной выставки» [10]. Число наград, как отмечали корреспонденты, равнялось числу экспонентов, а присудили все высшие награды только иностранцам. И это на всероссийской, а не на международной выставке! Была обида за отечественного производителя спортивного инвентаря. По мнению прессы, отечественные разработки, хоть и не всегда очень оригинальные, но все-таки заслуживали первого места и достойны были быть отмеченными для поддержания имиджа именно российской промышленности, для продвижения продукции с помощью такого маркетингового инструмента, как выставка (рис. 7).

Эта ситуация в определенной степени соответствует оценке рекламной деятельности отечественных производителей, данной основателем крупнейшего российского рекламного агентства Л. М. Метцлем в интервью для издания «Двигатель» в 1896 году. Людвиг Метцль определял ситуацию, сложившуюся в российской рекламной сфере, как отставание в количественном и в качественном аспекте. Кроме того, Метцль отмечал: «У нас в России публикуют иностранцы и извлекают из рекламы всю ту огромную пользу, которую она в состоянии дать. Давно бы пора и русским фирмам довериться рекламе» [цит. по 1]. Метцль призывал больше давать российских публикаций в заграничной прессе, что особенно важно для популяризации такого крупного события, как художественно-промышленная выставка.

1 Высшая Награда. Почетный Диплом. — Grand Prix.
3 Больших Золотых Медали.
2 Серебряных Медали.

ВОТЪ РЕЗУЛЬТАТЪ ДОСТИГНУТЫЙ ТОРГОВЫМЪ ДОМОМЪ

„Побѣда“

на Всероссийской Выставкѣ предметовъ Спорта 1902 г.
Ни одинъ изъ экспонентовъ не получалъ столько наградъ!!!

Комментаріи излишни!

ТОРГОВЫЙ ДОМЪ состоитъ единственнымъ представителемъ премированныхъ заводовъ:

„Побѣда“
Уг. Мойки и
Кирпичаго пер.



АВТОМОБИЛЬНЫХЪ КОЛЯСОКЪ „St. GEORGES RICHARD“ à Paris. (Большая Золотая Медаль)
МОТОРОВЪ „ASTER“ St. Denis. (Высшая Награда. Почетный Дипломъ)
МОТОРНЫХЪ ЛОДОЖЪ „THE FRISOTT & Co“ (Большая Золотая Медаль)
МОТОРОВЪ для ВЕЛОСИПЕДОВЪ „THOMAS“ (Серебряная Медаль)
КОЛЯСОКЪ „USINES PRINCE“ Polign. (Серебряная Медаль)
ВЕЛОСИПЕДОВЪ „DAYTON“ Завода „THE DAVIS SEWING MACHINE Co“, DAYTON, OHIO и. г. а. (Большая Золотая Медаль)

Владѣете чрезвычайнаго успѣха Торговый Домъ

„ПОБѢДА“

поровелъ магазинъ, автогаражъ, склады и мастерскія
въ грандіознѣйшемъ помѣщеніи
на
уголѣ Кирпичаго и надеревной рѣки Мойки.

Рис. 6. Реклама в журнале «Спорт», 1902.
Из фондов Российской государственной библиотеки

Высшая Награда
Почетный Дипломъ
(Grand-Prix)

на первой Международной выставкѣ Спорта въ СПБ. по заключенію экспертной комиссіи утвержденному Министерствомъ Финансовъ присуждена

Акціон. Общ. „Энфильдъ“

за цѣлесообразность конструкціи, легкость хода, прочность, превосходную работу и высокое качество матеріала его велосипедовъ.

Акц. Общ. **„Энфильдъ“**,
Москва, Рождественка, 9. СПБ., Б. Морская, 30.

Рис. 7. Реклама-диплом АО «Энфилд» на выставке спорта.
Журнал «Спорт». 1902 г. Из фондов Российской государственной библиотеки

Мнения, высказанные в материалах отечественной прессы, откровенность или лаконичность, преобладающий позитив или негатив, безусловно, зависел от принадлежности издания, издательства, его направленности: государственная, демократическая или же пресса, имеющая статус информационного спонсора, награжденные издания. Чем меньше зависимости, тем больше критики и информационной открытости. Хотя анонимных интервью издания и в этом случае не могли избежать.

Единственным изданием, положительно отнесшимся к выставке, стал журнал о туризме. Журналы «Спорт» и «Самокат» хоть и пребывали в разных статусах, но все-таки осуществили план по публикациям, продвигающим выставку спорта и отчетов работы комиссии по организации. Восторженный, полный надежд тон первой публикации к завершению выставки постепенно снижался к нейтральному и негативному в оценке события и работы оргкомитета. Медийный образ, создаваемый журналистами в прессе у читателя, не оставлял надежды на увеличение потока посетителей. Скорее, стоит говорить о критическом восприятии выставки, не оправдавшей ожидания и вызвавшей разочарование как у самих корреспондентов, так и у читающей публики. К выставке как эффективному маркетинговому инструменту в Российской империи относились с большим вниманием и уважением. Их умели устраивать и проводить; участников выставок не удивить было и международным опытом. Но именно с выставкой спорта 1902 года организацию испортила излишняя торопливость в подготовке и назначенных сроках, а также, вероятно, некомпетентность большинства членов оргкомитета, о чем, как это видно из приведенных заметок, писали журналисты, формируя весьма неоднозначные лики спорта в медийном пространстве России начала XX века.

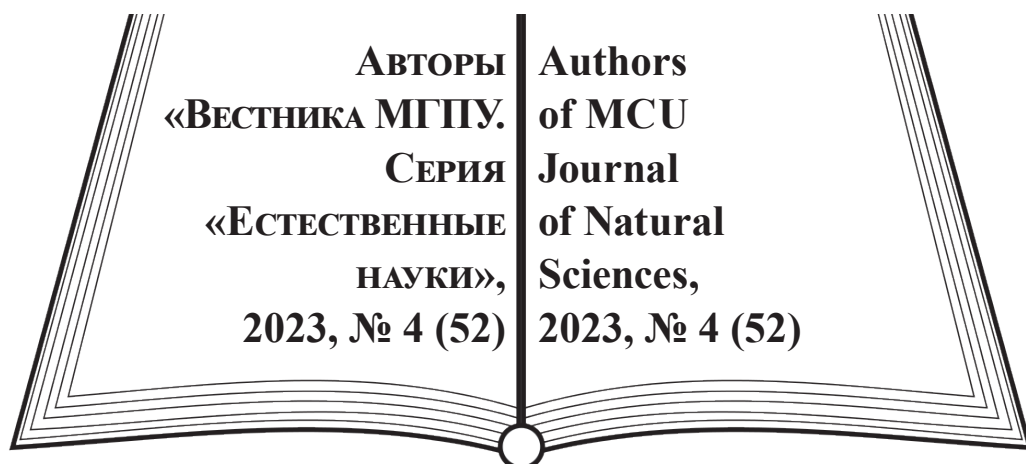
Список источников

1. Архангельская И. Д. Реклама: она пришла, чтобы остаться...: Коммерческие объявления 1900–1910-х годов / сост., вступ. ст. И. Д. Архангельской. М.: Книжница, 2013. С. 216–219. 256 с.
2. Московский листок. 10 июля 1902. № 190. С. 2.
3. Московский листок. 19 мая 1902. № 110. С. 3.
4. Московский листок. 20 мая 1902. № 139. С. 2.
5. Наше время. 23 мая 1902. № 21. С. 166.
6. Нива. 1902. № 22. С. 442–443.
7. Петербургская газета (Новая Петроградская газета). 1902. № 136.
8. Петербургская газета 1902. № 139.
9. Петербургская газета. 1902. № 137.
10. Петербургский листок. 1902. № 190.
11. Петербургский листок. 1902. № 139.
12. Правительственный вестник. 1902. № 110.
13. Правительственный вестник. 1902. № 150.
14. Русский турист. 1902. С. 161, 163, 193, 204, 324.
15. Самокат (Автомобильное дело). 1902. № 428. 25 мая. С. 3.

16. Спорт. 1902. № 29. С. 429.
17. Спорт. 1902. № 24. С. 350, 359.
18. Спорт. 1902. № 21. С. 300–301.

References

1. Arkhangelskaya I. D. Advertising: she came to stay ...: Commercial announcements of the 1900–1910s / comp., entry. Art. I. D. Arkhangelskaya. M.: Knizhnitsa, 2013. P. 216–219. 256 p. (In Russ.).
2. Moscow sheet. July 10, 1902. № 190. P. 2. (In Russ.).
3. Moscow sheet. May 19, 1902. № 110. P. 3. (In Russ.).
4. Moscow sheet. May 20, 1902. № 139. P. 2. (In Russ.).
5. Our time. May 23, 1902. № 21. P. 166. (In Russ.).
6. Niva. 1902. № 22. P. 442–443. (In Russ.).
7. Petersburg newspaper (New Petrograd newspaper). 1902. № 136. (In Russ.).
8. Petersburg newspaper 1902. № 139. (In Russ.).
9. Petersburg newspaper. 1902. № 137. (In Russ.).
10. Petersburg sheet. 1902. № 190. (In Russ.).
11. Petersburg sheet. 1902. № 139. (In Russ.).
12. Government Bulletin. 1902. № 110. (In Russ.).
13. Government Bulletin. 1902. № 150. (In Russ.).
14. Russian tourist. 1902. P. 161, 163, 193, 204, 324. (In Russ.).
15. Scooter (Automotive business). 1902. № 428. (In Russ.).
16. Sports. 1902. № 29. P. 429. (In Russ.).
17. Sports. 1902. № 24. P. 350, 359. (In Russ.).
18. Sports. 1902. № 21. P. 300–301. (In Russ.).



АВТОРЫ **Authors**
«ВЕСТНИКА МГПУ. **of MCU**
СЕРИЯ **Journal**
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ **of Natural**
НАУКИ», **Sciences,**
2023, № 4 (52) **2023, № 4 (52)**

Воронова Татьяна Сергеевна — кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и туризма, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Voronova Tatyana Sergeevna — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography and Tourism, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: voronova.t@mgpu.ru

Есауленко Елена Евгеньевна — доктор биологических наук, доцент кафедры фундаментальной и клинической биохимии, Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия.

Yesaulenko Elena Evgenievna — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Fundamental and Clinical Biochemistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

E-mail: esaulenkoe@bk.ru

Загоскина Наталья Викторовна — доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, руководитель группы фенольного метаболизма растений, Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН, Москва, Россия.

Zagoskina Natalya Viktorovna — Doctor of Biological Sciences, Professor, Leading Researcher, Head of the Plant Phenol Metabolism Group, Institute of Plant Physiology named after K. A. Timiryazev of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

E-mail: nzagoskina@mail.ru

Зорина Анастасия Александровна — кандидат биологических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия.

Zorina Anastasia Aleksandrovna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia.

E-mail: zor-nastya@yandex.ru

Кабанов Алексей Михайлович — ассистент кафедры географии и туризма, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Kabanov Alexey Mikhailovich — Assistant of the Department of Geography and Tourism, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: kabanovam@mgpu.ru

Каченкова Екатерина Сергеевна — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры адаптологии и спортивной подготовки, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Kachenkova Ekaterina Sergeevna — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Adaptology and Sports Training, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: kachenkovaes@mgpu.ru

Лопатников Дмитрий Леонидович — доктор географических наук, доцент, профессор кафедры географии и туризма, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ; старший научный сотрудник лаборатории географии мирового развития, Институт географии РАН, Москва, Россия.

Lopatnikov Dmitry Leonidovich — Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Geography and Tourism, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University; Senior Researcher of the World Development Geography Laboratory, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

E-mail: imartos@mail.ru

Марцинишин Максим Олегович — аспирант 3-го курса обучения, Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия.

Martsinishin Maxim Olegovich — graduate student of the 3rd year of study, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

E-mail: maxumirinbrah@gmail.com

Моисеева Елена Анатольевна — кандидат биологических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия,

Moiseeva Elena Anatolyevna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia.

E-mail: emoiseeva@mail.ru

Назаренко Людмила Владимировна — кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и физиологии человека, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Nazarenko Lyudmila Vladimirovna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Human Biology and Physiology, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: nazarenkol@mgpu.ru

Налобина Анна Николаевна — доктор биологических наук, профессор кафедры адаптологии и спортивной подготовки, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Nalobina Anna Nikolaevna — Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Adaptology and Sports Training, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: nalobinaan@mgpu.ru

Руссу Данила Сергеевич — магистрант, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Russu Danila Sergeevich — Master's Student, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: russuds@mgpu.ru

Столярова Анжела Николаевна — ассистент кафедры фундаментальной и клинической биохимии, Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия.

Stolyarova Angela Nikolaevna — Assistant of the Department of Fundamental and Clinical Biochemistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

E-mail: anzhelika.stolyarova.94@mail.ru

Тимошенко Яна Евгеньевна — ассистент кафедры фундаментальной и клинической биохимии, Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия.

Tymoshenko Yana Evgenievna — Assistant of the Department of Fundamental and Clinical Biochemistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

E-mail: iana.denisova.1994@mail.ru

Шехадех Шакира — аспирантка кафедры экономической и социальной географии им. академика РАО В. П. Максаковского, географический факультет, Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия.

Shekhadeh Shakira — graduate student of the Department of Economic and Social Geography named after Academician RAO V. P. Maksakovsky, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia.

E-mail: shakira.shekhadekh@gmail.com

Шевченко Алексей Станиславович — аспирант кафедры фундаментальной и клинической биохимии, Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия.

Shevchenko Alexey Stanislavovich — graduate student of the Department of Fundamental and Clinical Biochemistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

E-mail: forester5858@gmail.ru

Шкляревич Галина Андреевна — доктор биологических наук, профессор, Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия,

Shklyarevich Galina Andreevna — Doctor of Biological Sciences, Professor, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia.

E-mail: aglantha@mail.ru

Шульгина Ольга Владимировна — доктор исторических наук, кандидат географических наук, доцент, заведующая кафедрой географии и туризма, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Shulgina Olga Vladimirovna — Doctor of Historical Sciences, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geography and Tourism, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: shulginaov@mgpu.ru

Юдина Елена Юрьевна — кандидат исторических наук, доцент, Институт естествознания и спортивных технологий МГПУ, Москва, Россия.

Yudina Elena Yurievna — Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

E-mail: yudinaeyu@mgpu.ru

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Уважаемые авторы!

Редакция просит вас при подготовке материалов, предназначенных для публикации в «Вестнике МГПУ. Серия “Естественные науки”», руководствоваться следующими требованиями.

1. Шрифт — Times New Roman, 14 кегль, межстрочный интервал — 1,5. Поля: верхнее, нижнее и левое — по 20 мм, правое — 10 мм. Объем статьи, включая список литературы, постраничные сноски и иллюстрации, не должен превышать 40 тыс. печатных знаков (1,0 а. л.). При использовании латинского или греческого алфавита обозначения набираются: латинскими буквами — в светлом курсивном начертании; греческими буквами — в светлом прямом. Рисунки должны выполняться в графических редакторах. Графики, схемы, таблицы нельзя сканировать.

2. Инициалы и фамилия автора набираются полужирным шрифтом в начале статьи слева; заголовок — посередине, полужирным шрифтом.

3. В начале статьи после названия помещаются аннотация на русском языке (не более 500 печатных знаков) и ключевые слова (не более 5). Ключевые слова и словосочетания разделяются запятой.

4. Статья снабжается пристатейным списком литературы, оформленным в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись», на русском и английском языках.

5. Ссылки на издания из пристатейного списка даются в тексте в квадратных скобках, например: [3, с. 57] или [6, т. 1, кн. 2, с. 89].

6. Ссылки на интернет-ресурсы и архивные документы помещаются в тексте в круглых скобках или внизу страницы по образцам, приведенным в ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка».

7. Рукопись подается в редакцию журнала в установленные сроки на электронном носителе, без указания страниц, в сопровождении двух рецензий (внутренней и заверенной внешней), оплаченной квитанции о полугодовой подписке на журнал «Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки» (индекс 80282 в подписном интернет-каталоге «Пресса России» (www.pressa-rf.ru): 36810).

8. К рукописи прилагаются сведения об авторе (Ф. И. О., ученая степень, звание, должность, место работы, электронный адрес для контактов) на русском и английском языках.

9. Научные статьи, поступившие в редакцию, проверяются на наличие заимствований из открытых источников (плагиат). Проверка выполняется

с помощью интернет-ресурса: www.antiplagiat.ru. Степень оригинальности должна составлять не менее 80 %.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

В случае несоблюдения какого-либо из перечисленных пунктов автор по требованию главного или выпускающего редактора обязан внести необходимые изменения в рукопись в пределах срока, установленного для ее доработки.

Более подробные сведения о требованиях к оформлению рукописи можно найти на официальном сайте журнала: <https://iest-vestnik.mgpu.ru/>

По вопросам публикации статей в журнале «Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки» предлагаем обращаться к главному редактору серии **Александру Эдуардовичу Страдзе** (e-mail: StradzeAE@mgpu.ru).

Научный журнал / Scientific Journal
Вестник МГПУ.
Серия «Естественные науки»
MCU Journal of Natural Sciences

2023, № 4 (52)

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации:
ПИ № ФС77–82092 от 12 октября 2021 г.

Главный редактор:
директор Института естествознания и спортивных технологий МГПУ,
доктор социологических наук *А. Э. Страдзе*

Главный редактор выпуска:
кандидат исторических наук, старший научный сотрудник *Т. П. Веденеева*

Редактор:

А. А. Сергеева

Корректор:

К. М. Музамилова

Перевод на английский язык:

Д. Р. Борисовец

Техническое редактирование и верстка:

О. Г. Арефьева

Научно-информационный издательский центр ГАОУ ВО МГПУ

129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4

Телефон: 8-499-181-50-36

https://www.mgpu.ru/centers/izdat_centre/

Подписано в печать: 25.12.2023 г.

Формат: 70 × 108 ¹/₁₆. Бумага: офсетная.

Объем: 8,75 печ. л. Тираж: 1000 экз.