

Вестник Сыктывкарского университета (научный журнал)	Серия 2	12+
	Биология Геология Химия Экология	ISSN 2306-6229 Выпуск 3 (19) 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Слово главного редактора	
<i>The word of the editor-in-chief</i>	7
СТАТЬИ	
<i>Медицина</i>	
Исакова Л. А., Пенина Г. О., Суханова О. Б., Тарасевич Л. М. Реабилитация пациентов после новой коронавирусной инфекции Covid-19 на амбулаторном этапе	
<i>Isakova L. A., Penina G. O., Sukhanova O. B., Tarasevich L. M. Rehabilitation of Patients After New Coronavirus Infection Covid-19 at the Outpatient Stage</i>	9
<i>Физиология</i>	
Петрова Н. Б., Терентьева А. Е. Осмотическая резистентность эритроцитов человека при действии фуросемида и бета-адреноблокатора пропранолола	
<i>Petrova N. B., Terentyeva A. E. Osmotic Resistance of Human Erythrocytes Under the Furosemide and Beta-Adrenoceptor Blocker Propranolol</i>	18
<i>Экология</i>	
Шушпанникова Г. С., Королева А. И. Особенности развития <i>Thalictrum aquilegifolium</i> L. в природно-климатических условиях Республики Коми	
<i>Shushpannikova G. S., Koroleva A. I. Features of the Development of Thalictrum aquilegifolium L. in Natural and Climatic Conditions of the Komi Republic</i>	26
Лукьянова Л. Е. Население малой лесной мыши (<i>Apodemus uralensis</i>) в условиях естественно нарушенной среды обитания на охраняемой территории среднего Урала	
<i>Lukyanova L. E. Population of Small Wood Mouse (Apodemus uralensis) Under the Conditions of Naturally Disturbed Environment in the Reserved Territory of the Middle Ural</i>	37
<i>Паразитология</i>	
Поляева К. В. Паразитофауна омуля арктического <i>Coregonus autumnalis</i> (Pallas, 1776) и сига-пыжьяна <i>Coregonus lavaretus pidschian</i> (Gmelin, 1788) р. Енисей	
<i>Polyaeva K. V. Parasitofauna of Arctic Cisco Coregonus autumnalis (Pallas, 1776) and Humpback Whitefish Coregonus lavaretus pidschian (Gmelin, 1788) in the Yenisei River</i>	49

Геология	
Мележ Т. А. Инженерно-геоморфологическая оценка экзодинамических режимов долины реки Западная Двина (в пределах Республики Беларусь) и прилегающих территорий	
<i>Melezh T. A.</i> Engineering-geomorphological assessment of gas-dynamic regimes of the Western Dvina river valley (within the Republic of Belarus) and surrounding areas	62
Проба пера	
Тимофеева К. К., Мирный М. О. Определение чувствительности коагулазонегативных стафилококков к различным антисептическим средствам диско-диффузионным методом	
<i>Timofeeva K. K., Mirnyj M. O.</i> Determination of the Sensitivity of Coagulaze-Negative Staphylococcus to Various Antiseptic Agents by Disc-Diffusion Method	77
Экспедиционная жизнь	
Доровских Г. Н. Окуневый глаз	85
Доровских Г. Н. Хорошая погода	86
Информация об авторах	
<i>Our Contributors</i>	87

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

**ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет
имени Питирима Сорокина»**

(167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., д. 55)

Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Биология, геология, химия, экология.

Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2021.

Выпуск 3 (19). 89 с.

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

Свидетельство ПИ № ФС77-80688 от 23.03.2021.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Г. Н. Доровских, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры, профессор (Сыктывкар, Россия)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Т. В. Разина, д-р психол. наук, доцент, профессор Российской академии образования ФГБУ «Российская академия образования», главный аналитик Отдела перспективных научных исследований, член-корреспондент Российской академии образования (Москва, Россия)

Г. О. Пенина, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ», проректор по учебной и научной работе, профессор кафедры неврологии, медико-социальной экспертизы и реабилитации, доктор медицинских наук. ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, зав. кафедрой неврологии, психиатрии и специальных клинических дисциплин, профессор (Санкт-Петербург, Сыктывкар, Россия)

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ 2

А. В. Адрианов, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ», заведующий кафедрой педиатрии, медико-социальной экспертизы и реабилитации детей-инвалидов, доктор медицинских наук, доцент. Главный внештатный детский кардиолог Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург, Россия)

Е. А. Володарская, д-р психол. наук, ФГБУН «Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук», ведущий научный сотрудник Центра истории организации науки и науковедения (Москва, Россия)

В. Н. Воронин, д-р биол. наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», кафедра аквакультуры и болезней рыб, профессор (Санкт-Петербург, Россия)

Т. А. Воронова, д-р психол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», кафедра клинической, социальной психологии и гуманитарных наук, заведующий кафедрой, профессор (Иркутск, Россия)

Л. В. Гудырева, канд. филол. наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга; руководитель издательского центра ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (Сыктывкар, Россия)

Н. Д. Джига, д-р психол. наук, профессор кафедры практической психологии, доцент, Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Республика Беларусь, кафедра практической психологии и физического воспитания, г. Барановичи; Учреждение образования «Белорусский государственный университет культуры и искусств», г. Минск, кафедра культурологии и психолого-педагогических дисциплин, профессор кафедры (Минск, Республика Беларусь)

О. В. Ермакова, д-р биол. наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (Сыктывкар, Россия)

О. Н. Жигилева, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры экологии и генетики Института биологии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (Тюмень, Россия)

А. Е. Жохов, д-р биол. наук, ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина», заведующий лабораторией экологической паразитологии (Борок, Россия)

А. Н. Захарова, канд. психол. наук, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», доцент кафедры социальной и клинической психологии, заместитель декана по науке факультета управления и социальных технологий (Чебоксары, Россия)

Е. П. Иешко, д-р биол. наук, профессор Института биологии – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», главный научный сотрудник лаборатории паразитологии животных и растений (Петрозаводск, Россия)

Е. И. Ильных, канд. мед. наук, доцент, кафедра терапии ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», (Сыктывкар, Россия)

Л. И. Иржак, действительный член Российской академии естественных наук, д-р биол. наук, профессор ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», руководитель и главный научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Проблемы гипоксии» (Сыктывкар, Россия)

И. М. Каганцов, д-р мед. наук, доцент, главный научный сотрудник НИЛ хирургии врожденной и наследственной патологии, Институт перинатологии и педиатрии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» МЗ РФ; ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, кафедра хирургии, профессор (Санкт-Петербург, Сыктывкар, Россия)

С. Л. Кандыбович, д-р психол. наук, профессор, академик Российской академии образования, заслуженный деятель науки РФ, ведущий научный сотрудник

Научно-образовательного центра практической психологии и психологической службы ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» (Рязань, Россия)

Д. А. Красавина, д-р мед. наук, профессор, ФГБУ ДПО СПБИУВЭК Минтруда России, зав. кафедрой, профессор ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, профессор (Санкт-Петербург, Россия)

О. Н. Курочкина, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, профессор кафедры терапии (Сыктывкар, Россия)

Л. Е. Лукьянова, д-р биол. наук, ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН, ведущий научный сотрудник (Екатеринбург, Россия)

- И. С. Луцкий**, д-р мед. наук, доцент, Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», заведующий кафедрой детской и общей неврологии Факультета интернатуры и последиplomного образования (Донецк, ДНР)
- В. В. Мазур**, канд. географических наук, начальник отдела планирования организации научно-исследовательской деятельности, преподаватель колледжа экономики, права и информатики (Сыктывкар, Россия)
- А. Л. Максимов**, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАНРАН, ФГБУН Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, главный научный сотрудник (Сыктывкар, Россия)
- А. Ю. Мейгал**, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», медицинский институт, кафедра физиологии человека и животных, патофизиологии, гистологии, заведующий кафедрой (Петрозаводск, Россия)
- Г. М. Насыбуллина**, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, заведующий кафедрой гигиены и экологии (Екатеринбург, Россия)
- В. П. Никишин**, д-р биол. наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник (Магадан, Россия)
- В. П. Нужный**, д-р мед. наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБУН Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, Россия)
- А. М. Поляков**, д-р психол. наук, доцент, Белорусский государственный университет, кафедра общей и медицинской психологии, заведующий кафедрой (Минск, Республика Беларусь)
- О. Н. Попова**, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет», кафедра гигиены и медицинской экологии, профессор (Архангельск, Россия)
- О. В. Рогачевская**, канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры, зав. кафедрой БЖ и ФК (Сыктывкар, Россия)
- Н. И. Романчук**, канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры (Сыктывкар, Россия)
- О. Т. Русинек**, д-р биол. наук, ФГБНУ «Байкальский музей Иркутского научного центра», главный научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Географический факультет, кафедра гидрологии и природопользования, профессор (Иркутск, Россия)
- В. Г. Сварич**, д-р мед. наук, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, кафедра хирургии, профессор, заведующий хирургическим отделением ГУ «Республиканская детская клиническая больница» г. Сыктывкара (Сыктывкар, Россия)

Е. С. Слепович, чл.-корр. Академии образования Республики Беларусь, д-р психол. наук, профессор, Белорусский государственный университет, кафедра общей и медицинской психологии, профессор (Минск, Республика Беларусь)

Ю. Г. Солонин, д-р мед. наук, профессор, действительный член (академик) Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБУН Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, отдел экологической и медицинской физиологии, главный научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Медицинский институт, кафедра биохимии и физиологии (Сыктывкар, Россия)

Г. А. Фофанова, канд. психол. наук, доцент, Белорусский государственный университет, факультет философии и социальных наук, доцент кафедры социальной и организационной психологии, заместитель декана по научной работе факультета философии и социальных наук (Минск, Республика Беларусь)

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» 41277.

Адрес редакции
Вестника Сыктывкарского университета:
167001 Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
Тел./факс (8212) 390-309

Редактор *Л. Н. Руденко*
Корректор *Е. М. Насирова*
Верстка и компьютерный макет *Е.Н. Старцева*
Выпускающий редактор *Л. В. Гудырева*

Подписано в печать 24.10.2021. Дата выхода в свет 11.11.2021.
Печать ризография. Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Формат 70×108/16.
Усл.-печ. л. 10,9.
Заказ № 121. Тираж 300 экз.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Коми республиканская типография»
167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Савина, 81
Тел. 8(8212)-28-46-60 E-mail: ceo@komitip.ru
Сайт: komitip.ru

Слово главного редактора

Прошлый номер журнала дался на удивление трудно. Было настолько сложно редактировать и согласовывать статьи с авторами, что на этот выпуск сил почти не осталось. Впервые за годы работы в журнале не смог подготовить свою статью. Остатки сил ушли на приведение в порядок, «причесывание» части вновь поступивших работ.

Опыт, полученный за последние годы, подсказывает, что навыки подготовки публикации имеет почти исключительно зрелое поколение авторов. К сожалению, исследователи среднего и особенно младшего возраста таковыми навыками практически не обладают. Если среди средневозрастных еще встречаются авторы, излагающие результаты своих работ достаточно ясно, то среди младшего поколения таковые пока не наблюдались.

Стали поступать рукописи, представляющие собой генерацию случайных слов. Фраза из такой статьи: «Исследование по определению наличия специальных условий возможности приобретения в аптеке демонстрирует следующие результаты». Естественно, такой «поток сознания» не может быть помещен в журнал. Однако это полбеда. Беда же заключается в том, что на замечания редактора и оппонента такие авторы реагируют так, словно им нанесли страшное оскорбление. При этом они проявляют полное непонимание требований к научному сочинению.

Появление таких рукописей – опасный прецедент. Ни в коем случае их нельзя пропускать в печать, поскольку они послужат примером или оправданием для последующих случаев подобного рода. Однако опыт учит, что добровольно до сих пор ни один из таких авторов со сцены не уходил, мало того, используя различные способы, они пробивают себе дорогу.

В прошлом появление подобных работ было практически невозможно. Почему? Во-первых, уровень подготовки исследователей был заметно выше, что, собственно, и демонстрирует старшее поколение. Во-вторых, прежде чем рукопись попадала в журнал, она рассматривалась на заседании или научном семинаре кафедры или лаборатории. Статья, не отвечающая заданным требованиям или содержащая материалы, обработка, анализ которых вызывали сомнение у членов научного коллектива, не получала рекомендации к публикации, а без таковой журнал ее не принимал. В-третьих, существовала практика научения молодых ученых подготовке полученных результатов исследования к публикации. Помимо этого, опытные коллеги учили и языку изложения материала. Это было время, когда кафедра работала над решением общей научной проблемы, чувствовалась включенность в государственный и мировой научный поиск. Органически ощущалась заинтересованность общества в полученных тобой результатах. Они были важны не только для самого исследователя, но и интересны окружению, ближнему и широкому. Конференции, съезды по 150, 250 и даже 500

и более участников! Обсуждения докладов, обмен мнениями! Подведение итогов таких совещаний!

Воспоминания об этом времени были изложены и после долгих сомнений, раздумий опубликованы в этом журнале (Вып. 5 за 2015 г.; Вып. 7 за 2017; Вып. 2(10), 3(11), 4(12) за 2019; Вып. 1(13), 2(14), 3(15) за 2020 г.). В них рассказано, как учились и учили, о педагогах, ученых, их роли в подготовке тех, кто пришел им на смену, в педагогику, науку и т. д. Вообще все люди, о которых рассказано, абсолютно все, не только ученые-педагоги, но и лаборанты, а частью даже сторожа – это люди, с которыми можно было говорить о многом, включая и мировоззренческую тематику. Как-то после сдачи экзамена кандидатского минимума по философии выехал развеяться на биобазу университета. Практика студенческая уже закончилась и на базе кроме сторожа никого не было. Захожу в балок к Ивану Николаевичу Мальцеву, дежурившему в то время, а он читает книгу «Иммануил Кант (1724–1804). Сочинения». Представляете!? И у него были вопросы, свое мнение о прочитанном! Он не просто прочел, он думал, размышлял...

Конечно, не все было идеально, нередко случались и проблемы, порой весьма серьезные (см. ссылки). Мне повезло, в моей судьбе были удивительные профессионалы и прекрасные люди, Р. Н. Рослякова и И. В. Екимова, Ю. А. Стрелков и О. Н. Юнчис, А. В. Гусев и О. Н. Бауер, и др. Спасибо им. Однако времена другие, многое изменилось и не в лучшую сторону, что хорошо видно на примере той научной отрасли, которой отдал всю свою сознательную жизнь. Ее больше нет в республике. Паразитологии нет даже как образовательной дисциплины. Однако возбудители инвазионных и инфекционных заболеваний человека, животных и растений не только остались, их число увеличилось и продолжает расти...

Что же пожелать, посоветовать будущим авторам? Наверное, только одно. Чтобы красиво, содержательно писать, надо много знать. Так что читайте книги, общайтесь со знающими людьми и пробуйте, пишите, пишите...

Сыктывкар, сентябрь 2021 г.

*Ответственный редактор выпуска,
профессор Г. Н. Доровских*

**РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ НОВОЙ
КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19
НА АМБУЛАТОРНОМ ЭТАПЕ**

*REHABILITATION OF PATIENTS AFTER NEW CORONAVIRUS INFECTION
COVID-19 AT THE OUTPATIENT STAGE*

Л. А. Исакова, Г. О. Пенина, О. Б. Суханова, Л. М. Тарасевич

L. A. Isakova, G. O. Penina, O. B. Sukhanova, L. M. Tarasevich

У пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, часто сохраняются длительные симптомы после завершения острого периода заболевания, что приводит к снижению качества жизни.

Обследовано 198 пациентов, перенесших COVID-19, прошедших курс амбулаторного реабилитационного лечения. Проводилась оценка по шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ), оценка качества жизни с помощью опросника EQ-5D и оценка по госпитальной шкале тревоги и депрессии до и после курса реабилитации.

Patients who have had a new coronavirus infection, COVID-19, often persist long-term symptoms after the end of the acute period of illness, resulting in a reduced quality of life.

Examined 198 patients who have undergone a new coronavirus infection COVID-19, who underwent a course of outpatient rehabilitation treatment. The assessment was carried out on the scale of rehabilitation routing, assessment of the quality of life using the EQ-5D questionnaire and assessment on the hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) before and after the course of rehabilitation.

Ключевые слова: *новая коронавирусная инфекция COVID-19, реабилитация, качество жизни.*

Keywords: *new coronavirus infection COVID-19, rehabilitation, quality of life.*

Введение

Появившийся в конце 2019 года новый коронавирус SARS-CoV-2 вызвал глобальную пандемию с миллионами случаев по всему миру. Типичными проявлениями заболевания являются лихорадка, кашель, одышка, ощущение заложенности в грудной клетке, нарушение или потеря обоняния и потеря вкуса. У большинства людей заражение COVID-19 протекает бессимптомно или в легкой форме. В некоторых случаях развивается тяжелое течение заболевания

с респираторной недостаточностью до тяжелого ОРДС, полиорганной дисфункции и смерти [1].

По мере прогрессирования пандемии, вызванной COVID-19, появились доказательства того, что некоторые пациенты испытывают длительные симптомы после завершения острого периода заболевания [2]. Список постоянных и новых симптомов, о которых сообщают пациенты, обширен, включает хронический кашель, одышку, стеснение в груди, когнитивную дисфункцию и выраженную утомляемость [3]. Последствия таких продолжающихся клинических проявлений, которые называются синдромом длительного COVID-19 («Long COVID») при сохраняющихся симптомах более 3 недель после выздоровления или пост-COVID-19 («post-COVID» syndrome) при сохраняющихся симптомах более 12 недель, вызывают растущую озабоченность со стороны здравоохранения [4–6].

Многие переболевшие COVID-19 нуждаются в дальнейших реабилитационных мероприятиях в связи с развитием психологических, физических и когнитивных нарушений. Даже при легком течении заболевания во время периода реабилитации ранее существовавшие респираторные симптомы могут сохраняться длительное время, что приводит к снижению качества жизни [7]. По данным литературы [8] стойкие симптомы сохраняются через 9 месяцев у 30–36 амбулаторных пациентов с легкими формами заболевания. Кроме того, у 29 % амбулаторных пациентов наблюдалось ухудшение качества жизни [8].

Респираторная реабилитация пациентов, переболевших COVID-19, ставит задачи уменьшения симптомов одышки, снижения уровня тревоги и депрессии, профилактики осложнений, снижения инвалидности, максимального сохранения качества жизни. Вмешательства по респираторной реабилитации должны быть персонализированы, особенно для пациентов пожилого возраста, с сопутствующими заболеваниями и ожирением [9]. Мультидисциплинарная реабилитационная команда должна сосредоточиться на конкретных для пациента проблемах для разработки индивидуальной программы. Пациенты должны находиться под наблюдением на протяжении всей респираторной реабилитации [10, 11, 12, 13].

Цель работы – анализ качества жизни у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, и его динамика после прохождения курса реабилитационного лечения.

Материал и методы

Нами проанализированы данные о всех пациентах, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, прошедших курс амбулаторного реабилитационного лечения в ГБУЗ РК «Ухтинская физиотерапевтическая поликлиника» за период август–ноябрь 2020 г. Пациенты направлялись на реабилитационный курс после завершения стационарного лечения. В поле исследования были включены пациенты, перенесшие новую коронавирусную

инфекцию COVID-19, осложненную пневмонией. Критериями исключения был детский возраст (до 16 лет), перенесенная новая коронавирусная инфекция, не осложненная развитием пневмонии. У всех пациентов учитывалась степень поражения легочной ткани в остром периоде заболевания. Оценка нутритивного статуса проводилась на основе клинических (индекс Кетле) и лабораторных данных (уровень общего белка в крови, уровень альбумина крови). Скрининг нарушений жирового обмена проводился на основе расчёта индекса массы тела (индекс Кетле): дефицит массы тела $<18.5 \text{ кг/м}^3$; нормальный вес от 18.5 до 25 кг/м^3 ; избыточный вес от 25 до 30 кг/м^3 ; ожирение от 30 и более кг/м^3 . В зависимости от показателя индекса Кетле проводилось деление пациентов на группы: пациенты с дефицитом массы тела, пациенты с нормальной массой тела, пациенты с избыточной массой тела, пациенты с ожирением (пациенты со всеми степенями ожирения были объединены в одну группу). В структуре обследования проводилась оценка по шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ), оценка качества жизни с помощью опросника EQ-5D и оценка по госпитальной шкале тревоги и депрессии до и после курса реабилитации. Реабилитационный курс включал проведение лечебной физкультуры при заболеваниях бронхолегочной системы, упражнения для тренировки контроля дыхания, коррекции патологических паттернов дыхания, дыхательные дренирующие упражнения, тренировку толерантности к физическим нагрузкам, применение лечебных лекарственных ванн, лечебных минеральных ванн, лечебных газовых ванн, курса массажа при хронических заболеваниях легких, физиотерапевтическое лечение (воздействие магнитными полями при болезнях органов дыхания, вибрационное воздействие, нервно-мышечная электростимуляция, лекарственный электрофорез, воздействие низкочастотными импульсными токами, воздействие излучением оптического диапазона (лазеротерапия), пелоидотерапия, теплотечение (озокеритотерапия). Объем и количество используемых методик назначалось индивидуально, в зависимости от поставленных целей реабилитации. Статистическая обработка проводилась в операционной среде Microsoft Windows 10 при помощи программы Microsoft Excel.

Результаты

За исследуемый период нами были изучены данные о 198 пациентах, прошедших курс реабилитационного лечения. Большую часть пациентов составили женщины, соотношение мужчин (38.4 %) и женщин (61.6 %) в изучаемой группе равно 1:1.6. Средний возраст в изучаемой группе составил 51.3 ± 11.8 (средний возраст мужчин – 50.1 ± 11.7 , средний возраст женщин 52.1 ± 11.8). Среди исследуемых 12 % пациентов перенесли пневмонию в структуре новой коронавирусной инфекции с минимальным поражением легочной ткани (до 25 %), 87 % пациентов перенесли пневмонию среднего объема поражения (25–50 %), 1 % пациентов перенесли пневмонию со значительным объемом поражения

(50–75 %). В связи с малым количеством пациентов со значительным поражением легких эта группа анализировалась совместно с пациентами со средним объемом поражения легких. Группы пациентов с минимальным поражением и со средним и значительным поражением лёгких по полу и возрасту значимо не различались. В группе пациентов с минимальным поражением легких средний возраст составил 47.2 ± 11.7 лет, гендерное соотношение 1:2 с численным преобладанием женщин. В группе пациентов со средним и значительным поражением лёгких средний возраст составил 51.9 ± 11.7 лет, в гендерном соотношении также преобладали женщины 1:1.6.

До прохождения курса реабилитации 8.6 % пациентов имели умеренные нарушения функционирования и ограничения жизнедеятельности (3 балла по ШРМ), 91.4 % имели легкие нарушения функционирования и ограничения жизнедеятельности (2 балла по ШРМ). Следует отметить, что на реабилитацию в условиях дневного стационара (третий этап медицинской реабилитации) направляются пациенты, имеющие оценку 2–3 балла ШРМ. После завершения курса реабилитации 8.5 % пациентов имели оценку 2 балла по ШРМ, 91 % – 1 балл по ШРМ, в 0.5 % случаев наблюдалось 0 баллов по ШРМ. При анализе качества жизни по опроснику EQ-5D в группах пациентов, имеющих оценку 2 балла по ШРМ и 3 балла по ШРМ при направлении на реабилитацию, значимых различий выявлено не было.

При оценке качества жизни по опроснику EQ-5D в общей группе реабилитантов после COVID-19 до курса реабилитации средний балл составил 8.6 ± 1.7 баллов (в норме не более 6 баллов). Прохождение курса реабилитации существенно улучшило качество жизни, наблюдалось статистически значимое ($p \leq 0.05$) снижение среднего балла EQ-5D до 6.4 ± 0.8 баллов. Мы предположили, что больший объем поражения легочной ткани при COVID-19 будет сопровождаться более значимым нарушением функционирования и, следовательно, более выраженным снижением качества жизни и более длительным его восстановлением. В связи с этим мы анализировали качество жизни в группах с различным поражением легочной ткани. В группе пациентов с минимальным поражением лёгких средний балл по опроснику EQ-5D до курса реабилитации составил 7.8 ± 1.6 . После завершения курса реабилитации наблюдалось повышение качества жизни со статистически значимым снижением показателя до 6.2 ± 0.5 баллов ($p \leq 0.05$). В группе пациентов со средним и значительным поражением лёгких средний балл по опроснику EQ-5D до курса реабилитации составил 8.7 ± 1.7 . Прохождение курса реабилитации в этой группе также значимо снизило значение этого показателя до 6.4 ± 0.9 ($p \leq 0.05$). При сравнении значения показателя качества жизни по EQ-5D до курса реабилитации в группе пациентов со средним и значительным поражением лёгких отмечены значимо ($p \leq 0.05$) более высокие значения и, соответственно, более низкое качество жизни, чем в группе с минимальным поражением легочной ткани. После

прохождения курса реабилитации средние значения по опроснику EQ-5D в группах по объему поражения легочной ткани значимо не различались.

Мы предположили, что избыточная масса тела и ожирение могут являться фактором, дополнительно влияющим на качество жизни пациентов. Оценка индекса Кетле проведена для 160 пациентов. Пациентов с дефицитом массы тела в числе реабилитируемых не было. 14 % от исследуемых имели нормальную массу тела. Средний возраст в этой группе составил 46.4 ± 10.8 лет, гендерное соотношение 1:2.1 с численным преобладанием женщин. Среди пациентов с нормальной массой тела 14 % перенесли COVID-19 с минимальным поражением лёгких, 86 % – со средним и значительным поражением лёгких. Избыточный вес имели 39 % реабилитируемых. Средний возраст в группе пациентов с избыточным весом был 51.5 ± 15.5 лет, гендерное соотношение 1:1.2 с численным преобладанием женщин. 13 % пациентов с избыточным весом перенесли COVID-19 с минимальным поражением лёгких, 87 % – со средним и значительным поражением лёгких. Пациенты с ожирением различной степени составили 47 % от общей группы реабилитантов. Средний возраст в группе пациентов с ожирением различной степени составил 53.8 ± 12.1 года, гендерное соотношение 1:2.1 с численным преобладанием женщин. 4 % пациентов с ожирением перенесли COVID-19 с минимальным поражением лёгких, 96 % – со средним и значительным поражением лёгких. Таким образом, значимых различий по возрасту и объему поражения легочной ткани не наблюдалось, во всех группах в гендерном соотношении преобладали пациенты женского пола. При оценке качества жизни по опроснику EQ-5D до курса реабилитации средний балл в группе пациентов с нормальной массой тела составил 8.7 ± 2.1 ; в группе пациентов с избыточным весом – 8.5 ± 1.7 ; в группе пациентов с ожирением – 8.8 ± 1.7 . После прохождения курса реабилитации во всех группах наблюдалось значимое снижение показателя среднего балла по опроснику EQ-5D: до 6.5 ± 1.1 в группе пациентов с нормальной массой тела; 6.3 ± 0.5 в группе пациентов с избыточным весом; до 6.5 ± 1.0 в группе пациентов с ожирением. Значимых различий по показателю качества жизни после курса реабилитации у пациентов с избыточной массой тела и ожирением найдено не было.

Легкая степень белково-энергетической недостаточности была выявлена лишь у 2 % общей группы реабилитантов. Во всех случаях белково-энергетическая недостаточность была выявлена лабораторно, снижения индекса Кетле во всех случаях не наблюдалось. Группа пациентов с белково-энергетической недостаточностью была представлена мужчинами, перенесшими среднее и значительное вирусное поражение лёгких, со средним возрастом 66 ± 7.5 лет. Показатель качества жизни по опроснику EQ-5D в группе пациентов с белково-энергетической недостаточностью значимо не отличался от общей группы реабилитантов и составил 9.0 ± 2.0 до курса реабилитации и 6.5 ± 0.5 после курса реабилитации.

При анализе эмоциональной сферы в общей группе реабилитантов после COVID-19 до курса реабилитации повышенный уровень тревоги был выявлен у 20.7 %, повышенный уровень депрессии у 28.3 %. У 12.6 % общей группы наблюдалось сочетание повышенных уровней тревоги и депрессии. После завершения курса реабилитации повышенный уровень тревоги сохранялся у 4.5 %, повышенный уровень депрессии – у 5.6 % пациентов. В группе пациентов с минимальным поражением лёгких повышенный уровень тревоги был выявлен у 25 %, повышенный уровень депрессии наблюдался только у 8 %. В группе пациентов со средним и значительным поражением лёгких повышенный уровень тревоги был выявлен у 20.1 %, а повышенный уровень депрессии у 32.8 %. Таким образом, у пациентов с более тяжелым течением заболевания значимо чаще наблюдаются депрессивные нарушения ($p \leq 0.01$).

Обсуждение

У пациентов, перенесших COVID-19, в результате повреждения легких наблюдается нарушение их функции, что приводит к снижению толерантности к физическим нагрузкам, уменьшению трудоспособности и серьезному снижению качества жизни [14]. По данным литературы многие люди, переболевшие новой коронавирусной инфекцией COVID-19, испытывают стойкие симптомы и снижение качества жизни, связанного со здоровьем [15, 16]. По данным К. Liu et al. [15], респираторная реабилитация значительно улучшает респираторные функции, повышает качество жизни, снижает тревожность у пациентов с COVID-19, но не влияет на депрессию. По данным других авторов [16], респираторная реабилитация снижает как уровень тревоги, так и уровень депрессии. По результатам нашего исследования выявлено снижение уровня тревоги и депрессии у пациентов в результате реабилитационных мероприятий. В нашем исследовании, несмотря на преобладание легких нарушений функционирования и ограничений жизнедеятельности после перенесенной новой коронавирусной инфекции наблюдалось значимое снижение качества жизни по опроснику EQ-5D до проведения курсов реабилитации у этой категории пациентов. Однако курсы реабилитации позволяют восстанавливать качество жизни, что придает особую актуальность данному вопросу. Поскольку анализ качества жизни проводился лишь в группе реабилитантов на амбулаторном этапе реабилитации, это не позволяет характеризовать тяжесть последствий COVID-19 в целом и требует дальнейшего изучения в группе пациентов стационарного этапа реабилитации.

Заключение

Пациенты, перенесшие новую коронавирусную инфекцию, могут иметь длительно существующие ограничения активности и участия в повседневной жизни, наблюдать снижение качества жизни. Прохождение курсов реабилитации приводит к существенному повышению качества жизни, снижению уровня тревоги и депрессии. Учитывая большое количество людей во всем мире,

переболевших COVID-19, и опираясь на имеющиеся на данный момент научные знания, констатируем необходимость широко применять реабилитационные методы у пациентов с различной степенью тяжести заболевания для восстановления качества жизни пациента.

Список литературы

1. Kim S. Y., Kumble S., Patel B., Pruski A. D., Azola A., Tatini A. L., Nadendla K., Richards L., Keszler M. S., Kott M., Friedman M., Friedlander T., Silver K., Hoyer E. H., Celnik P., Lavezza A., González-Fernández M. Managing the Rehabilitation Wave: Rehabilitation Services for COVID-19 Survivors // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2020. Vol. 101. № 12. P. 2243–2249.
2. Islam M. F., Cotler J., Jason L. A. Post-viral fatigue and COVID-19: lessons from past epidemics // *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*. 2020. Vol. 8. № 2. P. 61–69.
3. Ahmed H., Patel K., Greenwood D. C., et al. Long-term clinical outcomes in survivors of severe acute respiratory syndrome (SARS) and Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS) outbreaks after hospitalisation or ICU admission: a systematic review and meta-analysis // *Journal Rehabilitation Medicine*. 2020. Vol. 52. № 5. P. 1–11.
4. Halpin S. J., McIvor C., Whyatt G., Adams A., Harvey O., McLean L., Walshaw C., Kemp S., Corrado J., Singh R., Collins T., O'Connor R. J., Sivan M. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: A cross-sectional evaluation // *Journal of Medical Virology*. 2021. Vol. 93. № 2. P. 1013–1022.
5. Carfi A., Bernabei R., Landi F. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19 // *JAMA*. 2020. Vol. 324. № 6. P. 603–605.
6. Sivan M., Halpin S. J., Gee J. Assessing long-term rehabilitation needs in COVID-19 survivors using a telephone screening tool (C19-YRS tool) // *Advances in Clinical Neuroscience & Rehabilitation*. 2020. Vol. 19. № 4. P. 14–17.
7. Zha L., Xu X., Wang D., Qiao G., Zhuang W., Huang S. Modified rehabilitation exercises for mild cases of COVID-19 // *Annals of Palliative Medicine*. 2020. Vol. 9. № 5. P. 3100–3106.
8. Logue J. K., Franko N. M., McCulloch D. J., et al. Sequelae in Adults at 6 Months after COVID-19 Infection // *JAMA Network Open*. 2021. Vol. 4. № 2. P. 1–4.
9. Ларина В. Н., Карпенко Д. Г., Соловьев С. С., Шерегова Е. Н. Подходы к реабилитации пациентов старшего возраста после перенесенной пневмонии, вызванной sars-cov-2: преемственность стационарного и амбулаторного этапов // *Российский журнал гериатрической медицины*. 2020. № 4. С. 327–332.
10. Иванова Г. Е., Баландина И. Н., Бахтина И. С., Белкин А. А., Беляев А. Ф., Бодрова Р. А., Буйлова Т. В., Гречко А. В., Дидур М. Д., Калинина С. А., Кирьянова В. В., Лайшева О. А., Мальцева М. Н., Мельникова Е. В., Мишина И. Е., Петрова М. В., Пряников И. В., Постникова Л. Б., Суворов А. Ю., Соловьёва Л. Н., Цыкунов М. Б., Шмонин А. А. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2020. Т. 2. № 2. С. 140–189.
11. Бубнова М. Г., Персиянова-Дуброва А. Л., Лямина Н. П., Аронов Д. М. Реабилитация после новой коронавирусной инфекции (COVID-19): принципы и подходы // *CardioСоматика*. 2020. Т. 11. № 4. С. 6–14.

12. Zhao H. M., Xie Y. X., Wang C. Recommendations for respiratory rehabilitation in adults with COVID-19 // *Chinese Medical Journal*. 2020. Vol. 133. № 13. P 1595–1602.
13. Lazzeri M., Lanza A., Bellini R., Bellofiore A., Cecchetto S., Colombo A., et al. Respiratory physiotherapy in patients with COVID 19 infection in acute setting: a Position Paper of the Italian Association of Respiratory Physiotherapists (ARIR) // *Monaldi Archives for Chest Disease*. 2020. Vol. 90. № 1. P. 163–168.
14. Yan H., Ouyang Y., Wang L., Luo X., Zhan Q. Effect of respiratory rehabilitation training on elderly patients with COVID-19: A protocol for systematic review and meta-analysis // *Medicine (Baltimore)*. 2020. Vol. 99. № 37. P. 1–4.
15. Liu K., Zhang W., Yang Y., Zhang J., Li Y., Chen Y. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study // *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2020. Vol. 39. P. 1–4.
16. Kong X., Kong F., Zheng K., Tang M., Chen Y., Zhou J., Li Y., Diao L., Wu S., Jiao P., Su T., Dong Y. Effect of Psychological-Behavioral Intervention on the Depression and Anxiety of COVID-19 Patients // *Frontiers Psychiatry*. 2020. Vol. 11. P. 1–11.

References

1. Kim S. Y., Kumble S., Patel B., Pruski A. D., Azola A., Tatini A. L., Nadendla K., Richards L., Keszler M. S., Kott M., Friedman M., Friedlander T., Silver K., Hoyer E. H., Celnik P., Lavezza A., González-Fernández M. Managing the Rehabilitation Wave: Rehabilitation Services for COVID-19 Survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2020. Vol. 101. No. 12. P. 2243–2249.
2. Islam M. F., Cotler J., Jason L. A. Post-viral fatigue and COVID-19: lessons from past epidemics. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*. 2020. Vol. 8. No. 2. P. 61–69.
3. Ahmed H., Patel K., Greenwood D. C., et al. Long-term clinical outcomes in survivors of severe acute respiratory syndrome (SARS) and Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS) outbreaks after hospitalization or ICU admission: a systematic review and meta-analysis. *Journal Rehabilitation Medicine*. 2020. Vol. 52. No. 5. P 1–11.
4. Halpin S. J., McIvor C., Whyatt G., Adams A., Harvey O., McLean L., Walshaw C., Kemp S., Corrado J., Singh R., Collins T., O'Connor R. J., Sivan M. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: A cross-sectional evaluation. *Journal of Medical Virology*. 2021. Vol. 93. No. 2. P. 1013–1022.
5. Carfi A., Bernabei R., Landi F. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA*. 2020. Vol. 324. No. 6. P. 603–605.
6. Sivan M., Halpin S. J., Gee J. Assessing long-term rehabilitation needs in COVID-19 survivors using a telephone-screening tool (C19-YRS tool). *Advances in Clinical Neuroscience & Rehabilitation*. 2020. Vol. 19. No. 4. P. 14–17.
7. Zha L., Xu X., Wang D., Qiao G., Zhuang W., Huang S. Modified rehabilitation exercises for mild cases of COVID-19. *Annals of Palliative Medicine*. 2020. Vol. 9. No. 5. P. 3100–3106.
8. Logue J. K., Franko N. M., McCulloch D. J., et al. Sequelae in Adults at 6 Months after COVID-19 Infection. *JAMA Network Open*. 2021. Vol. 4. No. 2. P. 1–4.
9. Larina V. N., Karpenko D. G., Solovyev S. S., Sheregova Ye. N. Rehabilitation of the elderly patients after pneumonia caused by sars-cov-2: the continuity of inpatient and outpatient stages. *Rossiyskiy zhurnal geriatricheskoy meditsiny*. 2020. No. 4. P. 327–332 (In Russ.).

10. Ivanova G. Ye., Balandina I. N., Bakhtina I. S., Belkin A. A., Belyayev A. F., Bodrova R. A., Buylova T. V., Grechko A. V., Didur M. D., Kalinina S. A., Kiryanova V. V., Laysheva O. A., Maltseva M. N., Melnikova YE. V., Mishina I. YE., Petrova M. V., Pryanikov I. V., Postnikova L. B., Suvorov A. YU., Solovyeva L. N., Tsykunov M. B., Shmonin A. A. Medical rehabilitation at a new coronavirus infection (COVID-19). *Fizicheskaya i reabilitatsionnaya meditsina, meditsinskaya reabilitatsiya*. 2020. Vol. 2. No. 2. P. 140–189 (In Russ.).
11. Bubnova M. G., Persiyanova-Dubrova A. L., Lyamina N. P., Aronov D. M. Rehabilitation after new coronavirus infection (COVID-19): principles and approaches. *CardioSomatika*. 2020. Vol. 11. No. 4. P. 6–14 (In Russ.).
12. Zhao H. M., Xie Y. X., Wang C. Recommendations for respiratory rehabilitation in adults with COVID-19. *Chinese Medical Journal*. 2020. Vol. 133. No. 13. P. 1595–1602.
13. Lazzeri M., Lanza A., Bellini R., Bellofiore A., Cecchetto S., Colombo A., et al. Respiratory physiotherapy in patients with COVID 19 infection in acute setting: a Position Paper of the Italian Association of Respiratory Physiotherapists (ARIR). *Monaldi Archives for Chest Disease*. 2020. Vol. 90. No. 1. P. 163–168.
14. Yan H., Ouyang Y., Wang L., Luo X., Zhan Q. Effect of respiratory rehabilitation training on elderly patients with COVID-19: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2020. Vol. 99. No. 37. P. 1–4.
15. Liu K., Zhang W., Yang Y., Zhang J., Li Y., Chen Y. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2020. Vol. 39. P. 1–4.
16. Kong X., Kong F., Zheng K., Tang M., Chen Y., Zhou J., Li Y., Diao L., Wu S., Jiao P., Su T., Dong Y. Effect of Psychological-Behavioral Intervention on the Depression and Anxiety of COVID-19 Patients. *Frontiers Psychiatry*. 2020. Vol. 11. P. 1–11.

**ОСМОТИЧЕСКАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ
ЧЕЛОВЕКА ПРИ ДЕЙСТВИИ ФУРОСЕМИДА И
БЕТА-АДРЕНОБЛОКАТОРА ПРОПРАНОЛОЛА**

*OSMOTIC RESISTANCE OF HUMAN ERYTHROCYTES UNDER THE FUROSEMIDE
AND BETA-ADRENOCEPTOR BLOCKER PROPRANOLOL*

Н. Б. Петрова, А. Е. Терентьева

N. B. Petrova, A. E. Terentyeva

Исследовали действие петлевого диуретика фуросемида на осмотическую резистентность и ответ на бета-блокатор пропранолол эритроцитов доноров в опытах in vitro. Отмечены половые различия по осмотической резистентности эритроцитов. Фуросемид в опытах in vitro в дозе 2×10^{-8} М/л ускорял гемолиз эритроцитов, усиливал мембраностабилизирующий эффект пропранолола и снижал величину адренореактивности мембран эритроцитов (β -АРМ). Предполагается, что этот эффект реализуется через изменение состояния ионных каналов и адренорецепторов.

The effect of the loop diuretic furosemide on osmotic resistance and the response to the beta-blocker propranolol of donor erythrocytes was investigated in vitro experiments. Sex differences in the osmotic resistance of erythrocytes were noted. Furosemide in vitro experiments at a dose of 2×10^{-8} M / L accelerated hemolysis of erythrocytes, enhanced the membrane-stabilizing effect of propranolol and reduced the adrenergic reactivity of erythrocyte membranes (β -ARM). It is assumed that this effect is realized through a change in the state of ion channels and adrenergic receptors.

Ключевые слова: фуросемид, эритроциты, осмотическая резистентность, адренореактивность, бета-адреноблокатор.

Keywords: furosemide, erythrocytes, osmotic resistance, adrenergic activity, beta-adrenoblocker.

Введение

Фуросемид – петлевой диуретик, широко применяемый в отечественной медицинской практике, обладает мощным и быстрым диуретическим эффектом, низкой стоимостью, что сделало этот препарат основным средством лечения отеков различного генеза, острых и хронических застойных явлений в легких, а также в лечении сердечно-сосудистых заболеваний (артериальной гипертензии, сердечной недостаточности) [1]. Эти заболевания широко распространены в регионах с жесткими климатическими и неблагоприятными социальными

условиями, в том числе на Севере. Известно, что фуросемид осуществляет свое действие через блокаду $\text{Na}^+/\text{K}^+ / 2\text{Cl}^-$ котранспорта не только в восходящем колоне петли Генли, но и в других органах и тканях: эритроцитах, кардиомиоцитах, гладкомышечных клетках и др. [2–4]. В эритроцитах (Эр) дополнительно фуросемид способен ингибировать белок полосы 3 (б.п.3) мембраны и влиять на газотранспортную функцию крови [5]. Механизм действия этого диуретика *in vivo* достаточно изучен. Известны и его негативные свойства, такие как непродолжительность диуретического воздействия, вторичная ренин-ангиотензин- и симпатoadреналовая активация, риск развития гиповолемии, гипокалиемии, тромбофилии, метаболических и других осложнений, что значительно ограничивает применение фуросемида для лечения сердечно-сосудистых заболеваний [1, 4]. Однако в отношении непосредственного действия диуретика на мембрану Эр информации мало. А. В. Муравьев и др. [6] в опытах *in vitro* отмечали снижение деформируемости мембраны Эр и его проагрегационный эффект.

Цель – изучить действие фуросемида на осмотическую резистентность и адреноактивность Эр человека.

Материал и методы

Исследования проводили на кафедре биологии Института естественных наук СГУ им. Питирима Сорокина. Материал исследования – венозная кровь 25 здоровых доноров: мужчин (n=13) и женщин (n=12) в возрасте от 20 до 35 лет. Экспериментальную часть работы проводили в летний (июнь–июль 2020 г.) период. Кровь получали в ГУ «Республиканская станция переливания крови» в г. Сыктывкаре.

Использованы два метода оценки функциональных свойств мембраны Эр. Первый основан на явлении гемолиза Эр при воздействии на них гипотонических растворов хлорида натрия убывающей концентрации от 0.9 до 0.2 % с интервалом 0.05 % [7]. Второй метод предполагает использование набора «Бета–АРМ АГАТ» и основан на факте торможения гемолиза эритроцитов, помещенных в гипоосмотическую среду, в присутствии β -адреноблокатора –1-(1-изопропиламино)-3-(1-нафталил-окси)-2-пропанола гидрохлорида [8].

В кровь добавляли лекарственный препарат фуросемид (ОАО «Борисовский завод медицинских препаратов», Республика Беларусь) в дозе 2×10^{-8} М/л. Далее смесь в течение 30 мин. инкубировали при температуре 37°C. Степень гемолиза определяли по величине оптической плотности надосадочной жидкости проб против физиологического раствора электрофотоколориметром (КФК-2) при длине волны 540 нм. Процент гемолиза эритроцитов определяли, принимая за 100 % разность между надосадочными жидкостями в 0.9 % и 0.2 % растворе.

Величину бета-АРМ вычисляли по формуле:

$$\text{Бета-АРМ} = \frac{E_{o1} + E_{o2}}{E_{k1} + E_{k2}} \times 100 \%,$$

где Бета-АРМ – величина показателя адренореактивности, усл.ед., E_{o1} и E_{o2} – оптические плотности опытных проб (с ПП), ед. опт. плотности, $E_{к1}$ и $E_{к2}$ – оптические плотности контрольных проб, ед. ОПн.ж. [8].

Показатель адренореактивности мембран Эр является надежным прогностическим критерием оценки функционального состояния организма. Нормальные показатели β -АРМ у здоровых лиц, проживающих в средней полосе России, находятся в диапазоне от 2.0 до 20.0 усл. ед [8]. Величина бета-АРМ прямо пропорциональна активности симпатoadреналовой системы и обратно пропорциональна плотности адренорецепторов на мембранах клеток. Высокие значения бета-АРМ отражают высокую степень адренорецепторного обеднения мембраны в результате десенситизации при гиперadrenergических состояниях, а низкие показатели бета-АРМ характерны для гипосимпатикотонии [8].

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Microsoft Excel. Достоверность различий оценивали методом парных сравнений для зависимых выборок по непараметрическому Т-критерию Вилкоксона, для независимых выборок – по параметрическому критерию Стьюдента [9].

Результаты и обсуждение

Показатели гемолиза эритроцитов доноров мужчин отличаются от таковых у женщин (рис. 1).

Как видно из рис. 1, кривая гемолиза Эр женщин более пологая, расширенная по бокам, говорящая о неоднородности популяции Эр у женщин, что, вероятно, связано с гормональным фоном и разными фазами менструального цикла [10]. Начало гемолиза Эр женщин смещено в сторону более высоких величин гипотонического раствора. Эр мужчин наиболее интенсивно разрушаются в области 0.4 % NaCl (среднестойкие Эр). Интегральная характеристика, площадь под кривой гемолиза, составляет у мужчин 4.18, у женщин – 4.37 усл. ед². Эти различия статистически значимые ($p < 0.05$ %).

Данные факты свидетельствуют, что ОРЭ у исследованных мужчин доноров выше, чем у женщин. Полученные результаты согласуются с данными литературы [10] и могут объясняться половыми различиями в липидном составе и количестве аквапоринов в мембране Эр, соответственно разной проницаемостью последней для воды и несколько отличающейся деформируемостью Эр [6, 10].

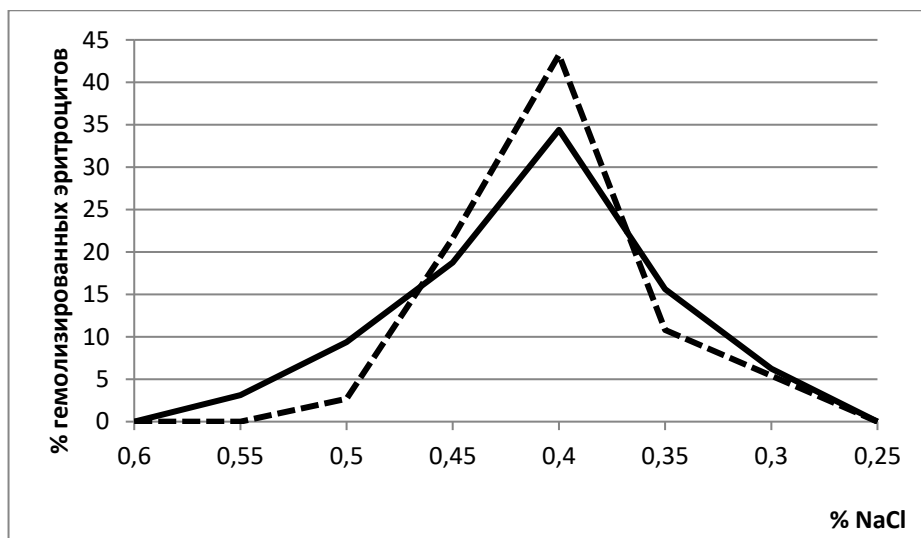


Рис. 1. Кривые осмотического гемолиза эритроцитов доноров (контрольные пробы без фуросемида).
Сплошная линия – женщины; пунктирная – мужчины.

Под действием фуросемида в случае женщин и мужчин происходит увеличение площади под кривой гемолиза на 8–9 % (различия значимы ($p < 0.05$ %)). У мужчин смещается в основном правое крыло кривой гемолиза (область высокостойких Эр) (рис. 2), у женщин более увеличивается гемолиз среднестойких Эр (рис. 3). Фуросемид уменьшает ОРЭ у испытуемых независимо от их половой принадлежности.

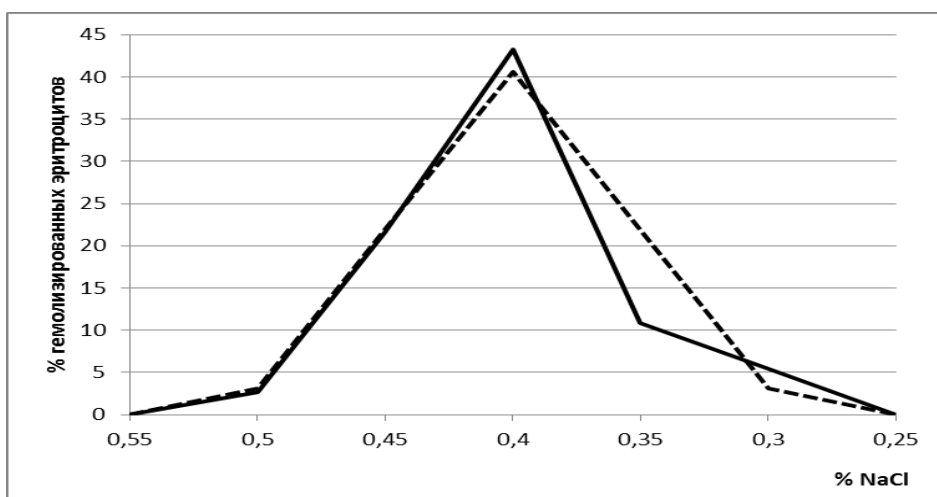


Рис. 2. Кривые осмотического гемолиза Эр мужчин в контроле и под действием фуросемида. Сплошная линия – контроль; пунктирная – фуросемид.

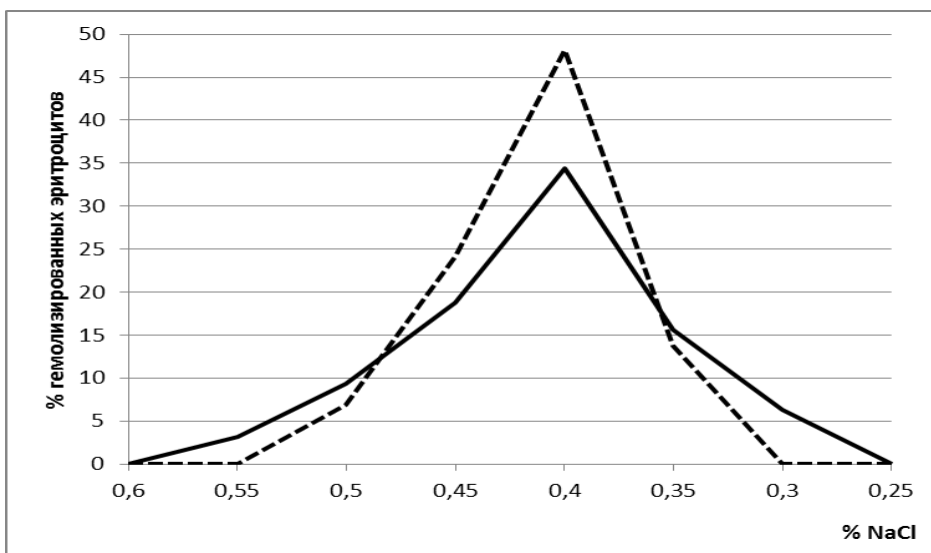


Рис. 3. Кривые осмотического гемолиза Эр женщин в контроле и под действием фуросемида. Сплошная линия – контроль; пунктирная – фуросемид.

Показано [6], что фуросемид, изменяя $\text{Na}^+/\text{K}^+ / 2\text{Cl}^-$ котранспорта, способствует более интенсивному входу Ca^{2+} в клетку, следствием чего может быть увеличение деформируемости и агрегации Эр. Авторы [6] отмечают, что изменение ионного баланса в Эр может значительно повлиять на микрореологические свойства крови и способствовать тромбообразованию.

Таблица 1

Параметры оптической плотности надосадочной жидкости (ОПн.ж.) крови доноров в контроле и под действием адреноблокатора

Количество проб	ОПн.ж. контрольные пробы	ОПн.ж. под действием адреноблокатора	% снижения ОПн.ж	β -АРМ, усл. ед.
25	0.26±0.03	0.062±0.01*	76	24.27±1.42

Примечание. * – Здесь и в табл. 2 различия между контролем и опытными пробами статистически значимы ($p < 0.05$ %).

Величины оптической плотности надосадочной жидкости (ОПн.ж.) в контроле и в присутствии адреноблокатора – ПП показаны в табл. 1.

Опытные пробы достоверно отличаются от контроля. Отмечено повышение ОРЭ опытных проб на 76 % в сравнении с контролем.

Повышение ОРЭ в присутствии ПП объясняется способностью β -блокатора оказывать мембраностабилизирующее действие (уменьшение жидкостности мембраны), ингибируя β_1 - и β_2 -адренорецепторы [11, 12]. Обусловлено это тем, что ПП снижает проницаемость мембраны Эр для воды и, как следствие, повышает ОРЭ [11]. Чем ниже значения оптической плотности надосадочной

жидкости и выше ОРЭ, тем сильнее мембраностабилизирующее действие адреноблокатора. Значительный эффект от воздействия ПП на Эр (76 %) свидетельствует об неактивированной САС у исследованных доноров.

Показатель адренореактивности Эр (β -АРМ) в среднем составляет 24.27 ± 1.42 усл.ед. Вариабельность от 12.5 до 39.1 усл.ед. Наши данные соответствуют региональным нормам адренореактивности Эр доноров для северных территорий (РК, г. Сыктывкар и г. Воркута) [13, 14].

Данные по влиянию раздельному и сочетанному с ПП действию фуросемида на ОРЭ и адренореактивность Эр мужчин и женщин представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры оптической плотности надосадочной жидкости (ОПн.ж.) в контроле и при действии на кровь адреноблокатора и фуросемида

<i>Количество проб</i>	<i>ОПн.ж. контрольные пробы (с фуросемидом)</i>	<i>ОПн.ж. под действием адреноблокатора и фуросемида</i>	<i>% снижения ОПн.ж</i>	<i>β-АРМ, усл. ед.</i>
22	0.25 ± 0.01	$0.043 \pm 0.004^*$	83	17.05 ± 1.51

В результате исследования влияния фуросемида при совместном действии с β -адреноблокатором установлено, что данная комбинация оказывает влияние на ОРЭ, повышая ее на 83 % по сравнению с контрольными пробами. При сочетании фуросемида и адреноблокатора отмечено усиление мембраностабилизирующего эффекта ПП на 31 %. Показатель β -АРМ снижается на 30 %. Предполагается, что диуретик, изменяя ионный ток через мембрану, влияет на состояние бета-адренорецепторов или сопряженных с ними G-белков.

Кроме того, возможно оба вещества: фуросемид и бета-адреноблокатор ПП – действуют на Na-H-обменный механизм. В результате возникают изменения, играющие значительную роль в регуляции микрореологии крови.

Заключение

Исследовали действие петлевого диуретика фуросемида на осмотическую резистентность и ответ на бета-блокатор пропранолол эритроцитов доноров в опытах *in vitro*. Показано, что фуросемид оказывает непосредственное действие на мембрану Эр: снижает ОРЭ и значительно усиливает мембраностабилизирующее действие адреноблокатора –пропранолола. В результате возникают изменения в мембране, которые играют значительную негативную роль в регуляции микрореологии крови.

Список литературы

1. Кириченко А. А. Петлевые диуретики в практике терапевта. Рациональная фармакотерапия в кардиологии // Consilium medicinum. 2011. 13 (1). С. 58–63.

2. Greger R. Ion transport mechanisms in thick ascending limb of Henle loop mammalian nephron // *Physiol. Rev.* 1985. Vol. 65. P. 760–767.
3. Dahm J., Gobel B. O. Role of furosemide –sensitive Na^+/K^+ - transport in determining the steady- state Na and K content and volume of human erythrocytes in vitro and in vivo // *J. Memb. Biol.* 1984. Vol. 77. P. 243–254.
4. Береснева О. Н., Барабанова В. В., Каюков И. Г. и др. Влияние фуросемида на сократительную активность воротной вены крыс с экспериментальной хронической почечной недостаточностью // *Нефрология.* 2000. Т. 4. № 2. С. 60–63.
5. Мищенко А. А., Иржак Л. И. Температурная зависимость транспорта H^+ через мембрану эритроцитов человека при действии фуросемида in vitro // *Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 2: Биология.* Сыктывкар: Изд-во СГУ, 2003. С. 6–9.
6. Муравьев А. В., Комлев В. А., Баканова И. А. и др. Исследования срочных механизмов регуляции микрореологии эритроцитов: роль ионных мембранных каналов // *Ярославский педагогический вестник.* 2013. Т. 3. Естественные науки. С. 105–110.
7. Борисов Ю. А., Спиридонов В. Н., Суглубова Е. Д. Резистентность эритроцитарных мембран: механизмы, тесты, оценка (обзор литературы) // *Клиническая лабораторная диагностика.* 2007. № 12. С. 36–40.
8. Длусская И. Г., Стрюк Р. И. Адренореактивность и сердечно-сосудистая система. М.: Медицина, 2003. 160 с.
9. Лакин Т. Ф. Биометрия : учеб.-метод пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
10. Крысова А. В., Куншин А. А., Циркин В. И. Половые особенности осмотической резистентности эритроцитов человека, выявляемые при экспозиции эритроцитов в дистиллированной воде // *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского.* 2011. № 2 (2). С. 266–272.
11. Геворкян Н. А. Состояние мембранно-рецепторного комплекса эритроцитов у больных различными клиничко-патогенетическими формами первичного хронического бронхита : автореф. дис... канд. мед. наук. СПб., 1995. 19 с.
12. Соминский В. Н., Окунь К. В. Повышение осмотической резистентности эритроцитов под влиянием пропранолола // *Лабораторное дело.* 1981. № 9. С. 525–527.
13. Петрова Н. Б., Азарова В. А., Бушля Т. А., Петрова П. А. Адренореактивность эритроцитов человека в условиях Севера при разных температурах in vivo и in vitro // *В мире научных открытий.* 2014. № 2 (50). С. 269–275.
14. Петрова Н. Б. Адренореактивность человека на Севере // *Разнообразие, структура и функционирование биологических систем на севере : монография / под ред. С. В. Загировой и др.* Сыктывкар: Изд-во СыктГУ им. П. Сорокина, 2015. С. 172–196.

References

1. Kirichenko A. A. Loop diuretics in the practice of a therapist. Rational pharmacotherapy in cardiology. *Consilium medicinum.* 2011. 13 (1). P. 58–63. (In Russ.)
2. Greger R. Ion transport mechanisms in thick ascending limb of Henle loop mammalian nephron. *Physiol. Rev.* 1985. Vol. 65. P. 760–767.
3. Dahm J., Gobel B. O. Role of furosemide – sensitive Na^+/K^+ – transport in determining the steady- state Na and K content and volume of human erythrocytes in vitro and in vivo. *J. Memb. Biol.* 1984. Vol. 77. P. 243–254.

4. Beresneva O. N., Barabanova V. V., Kayukov I. G. i dr. Effect of furosemide on the contractile activity of the portal vein in rats with experimental chronic renal failure. *Nefrologiya* [Nephrology]. 2000. Vol. 4. No 2. P. 60–63. (In Russ.)
5. Mishchenko A. A., Irzhak L. I. Temperature dependence of H⁺ transport across the membrane of human erythrocytes under the action of furosemide in vitro. *Vestnik SGU* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. 2003. No. 2. P. 6–9. (In Russ.)
6. Murav'ev A. V., Komlev V. A., Bakanova I. A. i dr. Research of urgent mechanisms of regulation of microrheology of erythrocytes: the role of ionic membrane channel. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin]. 2013. Vol. 3. Estestvennyye nauki. P. 105–110. (In Russ.)
7. Borisov Yu. A., Spiridonov V. N., Suglubova E. D. Resistance of erythrocyte membranes: mechanisms, tests, assessment (literature review). *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika* [Clinical laboratory diagnostics]. 2007. № 12. P. 36–40. (In Russ.)
8. Dlusskaya I. G., Stryuk R. I. *Adrenoreaktivnost' i serdechno-sosudistaya sistema*. [Adrenoreactivity and cardiovascular system]. Moscow: Medicina, 2003. 160 p. (In Russ.)
9. Lakin T. F. *Biometriya: ucheb.-metod posobie dlya biol. spec. vuzov. 4-e izd., pererab. i dop.* [Biometrics: study guide for biol. specialist universities]. 4th ed., rev. and add. Moscow: Vyssh. shk., 1990. 352 p. (In Russ.)
10. Krysova A. V., Kunshin A. A., Cirkin V. I. Sexual characteristics of the osmotic resistance of human erythrocytes, detected during exposure of erythrocytes in distilled water. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University. N. I. Lobachevsky]. 2011. No 2 (2). P. 266–272. (In Russ.)
11. Gevorkyan N. A. *Sostoyanie membranno-receptornogo kompleksa eritrocitov u bol'nyh razlichnymi kliniko-patogeneticheskimi formami pervichnogo hronicheskogo bronhita* [The state of the membrane-receptor complex of erythrocytes in patients with various clinical and pathogenetic forms of primary chronic bronchitis: avtoref. dis... kand. med. nauk. Doct. Diss.]. St. Petersburg, 1995. 19 p. (In Russ.)
12. Sominskij V. N., Okun K. V. Increase in osmotic resistance of erythrocytes under the influence of propranolol. *Laboratornoe delo* [Laboratornoe delo]. 1981. No 9. P. 525–527. (In Russ.)
13. Petrova N. B., Azarova V. A., Bushlya T. A., Petrova P. A. Adrenoreactivity of human erythrocytes in the North at different temperatures in vivo and in vitro. *V mire nauchnyh otkrytij* [In the world of scientific discoveries]. 2014. No 2 (50). P. 269–275. (In Russ.)
14. Petrova N. B. Human adrenoreactivity in the North. *Raznoobrazie, struktura i funkcionirovanie biologicheskikh sistem na severe* [Diversity, structure and functioning of biological systems in the North], ed. S.V. Zagirova and others. Syktyvkar: Publishing house of SyktSU im. P. Sorokina, 2015. P. 172–196. (In Russ.)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ *THALICTRUM AQUILEGIIFOLIUM* L.
В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ
КОМИ**

*FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THALICTRUM AQUILEGIIFOLIUM L.
IN NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE KOMI REPUBLIC*

Г. С. Шушпанникова, А. И. Королева

G. S. Shushpannikova, A. I. Koroleva

*В статье представлен анализ возможности выращивания редкого растения *Thalictrum aquilegiifolium* L. в культуре в условиях северных регионов. Это реликтовый вид, который отнесен к третьей категории охраны (редкий вид с низкой численностью, распространенный на ограниченной территории или спорадически встречающийся). Ареал – евразийский бореальный. Северная граница доходит до Южной Карелии и южной части Архангельской области. В окрестностях г. Сыктывкара вид не обнаружен.*

Изучены биоморфологические характеристики этого растения в Ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета (подзона средней тайги). Определены морфометрические и фенологические показатели растений в условиях интродукции в подзоне средней тайги. При интродукции в ботаническом саду высота растений 105.5 ± 0.23 см, в естественных условиях Республики Коми – 40–100 см. Размеры листьев (длина 24.5 ± 0.54 см, ширина 17.0 ± 0.45 см) соответствуют показателям особей из природных популяций. Вид реализует свои адаптивные потенциалы в культуре ботанического сада, успешно проходя все стадии фенологического развития. Вегетационный период составляет 95–105 дней. В статье представлены результаты исследования семенного материала. Лабораторная всхожесть семян составляет 86 %; энергия прорастания – 85 %.

*Интродукция *T. aquilegiifolium* L. в Ботаническом саду СГУ им. Питирима Сорокина указывает на перспективы его выращивания в подзоне средней тайги. Данный вид неприхотлив в уходе, среднетребователен к плодородию и влажности почвы, зимостоек, декоративен. Он может быть рекомендован для озеленения травянистых и кустарниковых бордюров, посадки в больших группах и как одиночное растение.*

*The paper presents an analysis of rare plant *Thalictrum aquilegiifolium* possibility of growing in the climate of the northern regions. This relict specie, classified as the third protection category (rare species with low abundance, widespread in a limited area or sporadically occurring). The areal is eurasian boreal. The northern border reaches south Karelia and the southern part of the Arkhangelsk region. This specie is found in the vicinities of Syktyvkar.*

A study was made of the biomorphological characteristics of this specie into the botanical garden of Syktyvkar State University (middle taiga subzone). Morphometric and phenological

indicators of plants during introduction in the middle taiga subzone are determined. The height of plants during introduction in the botanical garden – 105.5 ± 0.23 cm. Plant height in the natural conditions varies from 40 to 100 cm. Plants have leaves, that may reach a length of 24.5 ± 0.54 cm, width – 17.0 ± 0.45 cm. The leaves are of the same size as in natural populations. This specie successfully implements its adaptive potentials in the culture of the botanical garden. It went successfully through all stages of phenological development. The growing season is 95–105 days in the culture of the middle taiga subzone. The germination ability of seed in the laboratory is high and amounts 86 %; germination energy – 85 %. The article presents the results of studies of seeds.

The introduction of *T. aquilegifolium* in the botanical garden indicates prospects of its cultivation in the middle taiga subzone are revealed. *Thalictrum* is fairly easy to care for. This species is moderately demanding on soil fertility and moisture, winter-hardy, blooms beautifully and its lifespan is long. The specie can be recommended for landscaping herbaceous and shrub curbs, for planting in large groups and as solitary plant.

Ключевые слова: *Thalictrum aquilegifolium* L., интродукция, подзона средней тайги, ботанический сад, биоморфология, фенология.

Keywords: *Thalictrum aquilegifolium* L., introduction, phenology, seasonal development, botanical garden, middle taiga subzone.

Введение

Ботанический сад Сыктывкарского университета имени Питирима Сорокина (СГУ) занимается интродукцией декоративных и лекарственных растений на северо-востоке европейской части России. В интродукционное исследование привлекаются растения со всего мира, полученные путем обмена семенами и другими зачатками из ботанических садов и опытных сортоиспытательных станций, а также из природных местообитаний разных регионов. В настоящее время коллекции живых растений ботанического сада насчитывают 508 таксонов (видов, форм и сортов) из 81 семейства высших сосудистых растений открытого грунта, среди которых 43 вида лекарственных и 46 видов редких растений [1].

Василистник водосборолистный *Thalictrum aquilegifolium* L. (1753) является реликтом, относится к редким на территории Республики Коми (РК). Он включен в третью категорию охраны (вид с естественно низкой численностью, распространенный на ограниченной территории или спорадически встречающийся на значительных территориях) [2]. Растение обладает декоративными и лекарственными свойствами благодаря входящим в его состав веществам (алкалоидам, цианогенным и другим азотсодержащим соединениям, тритерпеноидам, флавоноидам, фитостеринам, дубильным веществам, эфирным маслам, кумаринам, полисахаридам, органическим кислотам и др.). Терапевтическое действие василистника многообразно: сосудорасширяющее, гипотензивное, успокаивающее, иммуномодулирующее [3]. Для рациональной эксплуатации природных ресурсов и охраны редких видов очень важно знать эколого-морфологические особенности растений, закономерности их развития.

Особый интерес эти сведения могли бы представлять для интродукции лекарственных и декоративных видов, а также выработки рекомендаций по их охране. В статье представлены результаты исследования василистника водосборолистного в культуре ботанического сада средней подзоны тайги, особенности его роста и развития, фенология, начальные стадии онтогенеза.

Объект исследования

T. aquilegifolium L. из семейства лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.). Ареал – евразийский бореальный; встречается от Южной Финляндии и Швеции до северной Испании, Италии [4]. На территории России северная граница доходит до Южной Карелии и южной части Архангельской области. В РК встречается очень редко в мелколиственных и смешанных лесах, на лугах среднего течения р. Вычегды и ее притока р. Сысолы. В окрестностях г. Сыктывкара не обнаружен.

Василистник – коротко-корневищное растение высотой до 100 см. Листья, отклоненные от стебля, дважды и трижды перистосложные. Соцветие – щитковидная метелка, образована из мелких цветков. Простой околоцветник состоит из 4–5 зеленоватых листочков. Тычиночные нити лиловатые, реже белые. Плоды – многоорешки [5].

Материал и методика

Исследование проводили в Ботаническом саду СГУ в 2018–2020 гг. Для изучения биоморфологических особенностей вида применена малая выборка объемом 10 особей. Проводили изучение морфометрических показателей (длина побега, число стеблевых листьев, общее число цветков на растении, число цветков на цветоносе, длина цветоноса). На основе полученных данных построены кривые роста побега, длины и ширины листовой пластинки. Экспериментальный материал, полученный в полевых опытах, обработан при помощи обычных статистических методов с использованием стандартного пакета MS Excel '07.

Изучение ритмов роста и развития проводили по методикам Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина [6]. Изучение семенного материала проведено в лабораторных условиях. На аналитических весах Pioneer PA 214С взвесили 150 семян в 3-кратной повторности по 50 шт. Измеряли линейные параметры семян (длину, ширину). Семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге при комнатной температуре. Проросшие семена высаживали в почву цветочных горшков. При выделении возрастных состояний и изучении особенностей онтогенеза использовали методические принципы и подходы, изложенные Т. А. Работновым [7] с дополнениями [8].

Результаты

Василистник произрастает в Ботаническом саду СГУ с 2007 г. в коллекции редких растений (рис. 1). Средние показатели температуры воздуха и осадков в 2018–2020 гг. представлены в табл. 1. Вегетационный период 2020 г. был самым

благоприятным, характеризовался теплой весной и теплым летом, незначительным количеством осадков, самыми высокими показателями эффективных и активных температур. Вегетационный сезон 2019 г. отличался прохладным летом, самыми низкими показателями эффективных и активных температур.



Рис. 1. Василистник водосборолистный *Thalictrum aquilegifolium* L.
Ботанический сад СГУ, 2021 г.

Таблица 1

**Средние показатели температуры воздуха и осадков
(гидрометеостанция г. Сыктывкара)**

Месяц, показатели	Годы					
	2018		2019		2020	
	$T_{cp}^{\circ} C$	Осадки, мм	$T_{cp}^{\circ} C$	Осадки, мм	$T_{cp}^{\circ} C$	Осадки, мм
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
апрель	1.6	31.3	2.1	37.0	1.1	32
май	8.1	77.4	10.9	84.3	10.2	42

1	2	3	4	5	6	7
июнь	13.5	75.9	13.6	90.4	14.0	63
июль	19.4	86.7	15.3	134.2	20.1	73
август	14.5	51.9	11.3	111.1	14.2	62
сентябрь	9.6	59.5	8.1	27.6	9.7	57
октябрь	2.8	78.6	2.0	88.6	2.9	59
Сумма осадков, мм	461		573		388	
Продолжительность вегетационного периода, день	152		153		173	
Сумма температур* – эффективных/активных	<u>2859</u> 2521		<u>2560</u> 2309		<u>2903</u> 2681	

Примечание. *Эффективные температуры – выше +5°C; активные температуры – выше +10°C.

Вегетация у василистника начинается в середине апреля (табл. 2), когда средняя температура поднимается до 10°C. Первые бутоны формируются в середине мая – начале июня, хотя температура воздуха все еще остается достаточно низкой (10°C). Цветение наступает в конце мая – начале июня, как и в Ленинградской, Псковской и Новгородской областях [9], и продолжается до конца июля. Василистник водосборolistный характеризуется продолжительным цветением в подзоне средней тайги (38–54 дня); в зоне широколиственных лесов (Ленинградская, Псковская, Новгородская области) – около 30 дней. Массовое цветение приходится на середину июня. Начало формирования плодов начинается в середине июля. В более южных районах – в начале июля [10]. Продолжительность вегетационного периода от начала вегетации до начала плодоношения составила 95–105 дней; в подзонах южной тайги и смешанных лесов европейской части России – 125 дней.

В условиях интродукции высота растений василистника составляет 105.5 ± 0.23 см (табл. 3). В естественных условиях РК их высота варьирует от 40 до 100 см; в средней полосе европейской части России – 50–150 см [4, 10]. На побеге формируется в среднем три стеблевых листа длиной 24–25 см и шириной 17 см. Отдельные листочки сложного листа достигают длины 2.9 см и ширины 2.5 см; у особей из природных популяций Нижегородской области их длина варьирует от 2.0 до 5.0 см, ширина от 0.5 до 4.0 см [10]. Длина цветоносов у растений, произрастающих в Ботаническом саду СГУ, равна 22–23 см; у особей из природных популяций подзоны широколиственных лесов – 20 см [10]. Размеры цветков растений из Ботанического сада СГУ 1.0 см; из природных популяций зоны широколиственных лесов до 1.5 см [10]. Число цветков на растении – 200.

Таблица 2

Сроки наступления основных фенологических фаз развития растений *Thalictrum aquilegiifolium* в культуре Ботанического сада СГУ (2018–2020 гг.)

Год	Отрастание	Бутонизация		Цветение		Начало плодоношения
		Начало 5–10 %	Массовое 70–80 %	Начало 5–10 %	Массовое 70–80 %	
2018	19.04.	02.06.	09.06.	15.06.	20.06.	23.07.
2019	15.04.	22.05.	29.05.	11.06.	15.06.	25.07.
2020	17.04.	20.05.	30.05.	08.06.	15.06.	31.07.

Рост побегов растений можно описать логарифмической кривой. В начальный период темпы роста побега низкие. Далее рост усиливается и идет с большой скоростью, затем снова замедляется. В результате рост побегов может быть изображен в виде S-образной кривой (рис. 2).

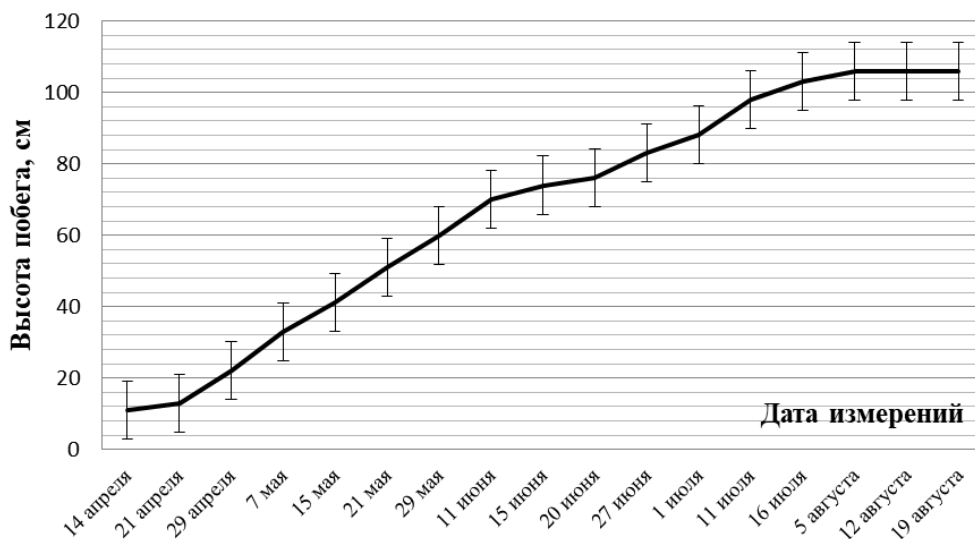


Рис. 2. Динамика изменения высоты растений *Thalictrum aquilegiifolium* в культуре Ботанического сада СГУ (2019 г.).

Полученную кривую можно разделить на участки (рис. 2). Первый относится к экспоненциальному (логарифмическому) росту растения, который начинается со схода снега и повышения суточной температуры 10° С. Второй участок описывает линейный рост растения с бутонизации и до начала цветения (11.06.2019). Далее в период с 11 до 20 июня, приходящийся на цветение, рост побегов замедляется. В период плодоношения (конец июля – август) рост растений прекращается, график выходит на плато. Растения к этому периоду достигают своих максимальных размеров.

Таблица 3

Средние морфометрические показатели у *Thalictrum aquilegifolium* из Ботанического сада СГУ (2019 г.)

Параметры	Высота побегов, см	Число стеблевых листьев, шт.	Длина стеблевого листа, см	Ширина стеблевого листа, см	Длина цветоносов, см	Число бутонов на растении, шт.
Средняя, М	105.50	3.00	24.50	17.00	22.40	200.00
Ошибка средней, m	0.23	0.16	0.54	0.45	0.43	0.30
Критерий достоверности средней арифметической	52.19	37.15	41.42	34.59	22.65	20.30
Ошибка сигмы	1.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05
Коэффициент вариации, CV %	7.90	4.63	8.15	4.98	5.08	8.37
Критерий достоверности CV %	13.02	17.11	18.13	13.45	14.93	12.12
Ошибка, CV %	0.18	0.12	0.16	0.19	0.15	0.28
Показатель точности опыта, P %	3.10	2.03	2.00	2.55	2.13	4.00
Ошибка показателя точности, P %	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04
Доверительный нижний интервал	108.00	5.11	3.18	0.02	2.34	2.28
Доверительный верхний интервал	113.00	8.45	6.68	2.30	3.90	3.34

Примечание. Коэффициент вариационного ряда входит в интервал от 10 до 20 % (средняя изменчивость). Степень разбросанности значений небольшая, наблюдается однородность данных. Показатель точности опыта входит в норму – 5 %, что говорит о достаточной надежности выборочной оценки. С доверительной вероятностью $P = 0.95$ % можно утверждать, что истинное среднее значение параметрических показателей всех морфологических данных василистника водосборолистного находится в указанных пределах. Ширина полученного доверительного интервала показывает, насколько точны наши предсказания, т. е. с какой уверенностью мы можем перенести данные по нашей выборке на всю совокупность особей (популяцию). Это говорит о том, что оценка среднего роста всей популяции довольно точна.

Построены кривые роста длины и ширины листовой пластинки (рис. 3). Увеличение длины и ширины листовой пластинки начинается в начале вегетации, замедляется в начале июля, когда растение приступает к плодоношению. Рост листа прекращается в начале августа после формирования основной массы плодов и семян.

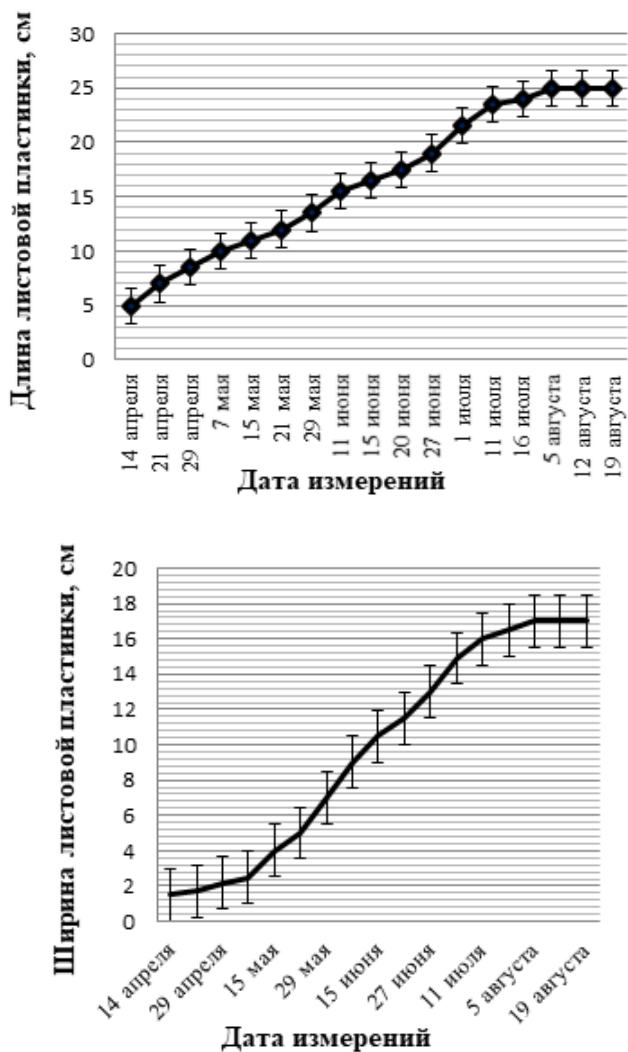


Рис. 3. Изменение длины и ширины листовой пластинки *Thalictum aquilegifolium*. Ботанический сад СГУ (2019 г.).

Плод – многоорешек, состоящий из односеменных орешков на плодоножках (рис. 4). Семена крупные (длина – 8–9 мм, ширина – 4–5 мм), масса 1000 семян составляет 122.7 г. Всхожесть семян в условиях освещения равна 86 %. Энергия прорастания семян равна 84.8 %. Прорастание семян происходит по надземному типу (рис. 5). Первые всходы появляются на 2–3-й день. Проростки – небольшие

растения (до 25–40 мм высотой) с семядолями обратнойцевидной формы (длиной – 8 мм, шириной – 5 мм) с хорошо выраженным главным корнем (длиной 11.4 мм) сформировались на 4–7-й день. В пазухах семядольных листьев расположены пазушные почки, а на апикальном конце проростка – верхушечная почка. Проростки нарастают апикальным концом. У проростков с двумя листьями длина гипокотилия составляет 10–20 мм, его диаметр – 4–5 мм. Эпикотиль хорошо выражен, достигает длины 12–14 мм. Главный корень хорошо развит, длиной 2.5–4 см.



Рис.4. Семена *Thalictrum aquilegifolium*, собранные в Ботаническом саду СГУ (2019 г.).



Рис. 5. Проростки и ювенильные особи *Thalictrum aquilegifolium*.

В ювенильное онтогенетическое состояние растение вступает на 15-й день, когда появляется первый настоящий лист длиной 2–3 мм, шириной 1.0–2.5 мм. Постепенно происходит развитие главного корня, он утолщается и удлиняется до 6–8 см, развиваются боковые корни. Затем разворачивается укороченный побег розеточного типа. Семяздоли длинночерешковые, пластинки сизо-темно-зеленые с верхней стороны, светло-зеленые с нижней. Корневая система смешанная. В генеративную стадию растение вступает на 2-й год жизни. На одном месте без пересадки растения произрастают в ботаническом саду 13 лет.

Заключение

Таким образом, *T. aquilegifolium* L. успешно реализует свои адаптивные потенциалы в культуре ботанического сада в условиях среднетаежной зоны: его параметры (высота растений, длина и ширина листовой пластинки) достигают размеров особей, произрастающих в естественных условиях южной тайги и широколиственных лесов; фенологическое развитие проходит в те же сроки, что у особей из природных популяций. Семена василистника обладают высокой лабораторной всхожестью (86 %) и энергией прорастания (84.8 %). Вид неприхотлив в уходе, обладает морозоустойчивостью, его можно рекомендовать для озеленения травянистых и кустарниковых бордюров, для посадок крупными массивами и качестве солитерных растений.

Список литературы

1. Новаковская Т. В. Каталог растений Ботанического сада Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2019. 80 с.
2. Красная книга Республики Коми / под ред. А. И. Таскаева. Сыктывкар: ДиК, 2009. 791 с.
3. Гавриленко И. Г., Горовой П. Г. Ареалы восточноазиатских видов секции *Erythranda* рода *Thalictrum* (*Ranunculaceae*) // *Turczaninowia*. Барнаул: Алтайский гос. ун-т, 2011. С. 110–115.
4. Головкин Б. Н., Китаева Л. А., Немченко Э. П. Декоративные растения СССР. М.: Мысль, 1986. 320 с.
5. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука, 1987. 439 с.
6. Александрова М. С., Бульгин Н. Е., Ворошилов В. Н., Карпионова Р. А., Плотникова Л. С. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: ГБС АН СССР, 1975. 27 с.
7. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1950. №. 6. С. 77–204.
8. Жукова Л. А. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. 122 с.
9. Бакка С. В. Красная книга Нижегородской области. Нижний Новгород, 2005. 328 с.
10. Миняев Н. А., Орлов Н. И., Шмидт В. М. Определитель высших растений Северо-Запада европейской части РСФСР. Л.: ЛГУ, 1981. С. 326–328.

11. Нейштадт М. И. Определитель растений средней полосы Европейской части СССР. М.: Учпедгиз, 1948. 476 с.

References

1. Novakovskaya T. V. *Katalog rastenij Botanicheskogo sada Syktyvkarского gosudarstvennogo universiteta imeni Pitirima Sorokina* [Catalog of plants of the Botanical Garden of the Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin]. Syktyvkar: Syktyvkar State University, 2019. 80 p. (In Russ.).
2. *Krasnaya kniga Respubliki Komi* [Red Book of the Komi Republic] / A. I. Taskaev. Syktyvkar: DiK Publ., 2009. 791 p. (In Russ.).
3. Gavrilenko I. G., Gorovoj P. G. Areas of East Asian species of the section *Erythranda* of the genus *Thalictrum* (Ranunculaceae). *Turczaninowia*. Barnaul: Altai State University, 2011. P. 110–115. (In Russ.).
4. Golovkin B. N., Kitaeva L. A., Nemchenko E. P. *Dekorativnye rasteniya SSSR* [Ornamental plants of the USSR]. Moscow: Mysl' Publ., 1986. 320 p. (In Russ.).
5. Tahtadzhyan A. L. *Sistema magnoliofitov* [Magnoliophyte system]. Leningrad: Nauka [The science Publ.], 1987. 439 p. (In Russ.).
6. Aleksandrova M. S., Bulygin N. E., Voroshilov V. N., Karpisonova R. A., Plotnikova L. S. *Metodika fenologicheskikh nablyudenij v botanicheskikh sadah SSSR* [Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]. Moscow: GBS AN SSSR [GBS of the USSR Academy of Sciences Publ.], 1975. 27 p. (In Russ.).
7. Rabotnov T. A. Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses. *Tr. Bin. AN SSSR. Ser. 3. Ggeobotanika* [Tr. BIN of the USSR Academy of Sciences. Ser. 3. Geobotany]. 1950. No 6. P. 77–204. (In Russ.).
8. Zhukova L. A. *Ontogeneticheskij atlas lekarstvennyh rastenij* [Ontogenetic Atlas of Medicinal Plants]. Yoshkar-Ola: Mari State University. 1997. P. 3–27. (In Russ.).
9. Bakka S. V. *Krasnaya kniga Nizhegorodskoj oblasti* [Red Data Book of the Nizhny Novgorod Region]. Nizhny Novgorod, 2005. 328 p. (In Russ.).
10. Minyaev N. A., Orlov N. I., Shmidt V. M. *Opredelitel' vysshih rastenij Severo-Zapada evropejskoj chasti RSFSR* [Keys to higher plants of the North-West of the European part of the RSFSR]. Leningrad: Leningrad State University Publ., 1981. S. 326–328. (In Russ.).
11. Nejshtadt M. I. *Opredelitel' rastenij srednej polosy Evropejskoj chasti SSSR* [Keys to plants of the middle zone of the European part of the USSR]. Moscow: Uchpedgiz Publ., 1948. 476 p. (In Russ.).

**НАСЕЛЕНИЕ МАЛОЙ ЛЕСНОЙ МЫШИ (*APODEMUS URALENSIS*)
В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННО НАРУШЕННОЙ СРЕДЫ
ОБИТАНИЯ НА ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО
УРАЛА**

*POPULATION OF SMALL WOOD MOUSE (*APODEMUS URALENSIS*) UNDER
THE CONDITIONS OF NATURALLY DISTURBED ENVIRONMENT IN THE
RESERVED TERRITORY OF THE MIDDLE URAL*

Л. Е. Лукьянова

L. E. Lukyanova

Изучали население малой лесной мыши на территории Висимского государственного биосферного заповедника (Средний Урал) в условиях среды местообитаний, нарушенных ветровалом и двумя пожарами. Выявлено, что пирогенно нарушенные местообитания для вида более предпочтительны на начальных стадиях восстановительной сукцессии. Неоднозначное изменение численности населения мышей на гаревых участках после пожаров, отличающихся по времени воздействия, связано с комплексом причин, среди которых важными являются и внутривидовые особенности (функционирование локальных группировок), и своеобразие микросредового окружения грызунов.

Were studied the population of the small wood mouse on the territory of Visim State Biosphere Reserve (Middle Urals) in the habitat environment disturbed by windfall and two fires. It was revealed that pyrogenically disturbed habitats for the species are more preferable at the initial stages of restorative succession. The change of abundance in the population of mice in site of fire after exposure to fires differing in time is associated with complex of reasons, among which there are intrapopulation features (the functioning of local groups) and the peculiarity of the microhabitats of rodents.

Ключевые слова: *малая лесная мышь, обилие, естественно нарушенная среда, ветровал, пожар, Висимский заповедник, микрореместообитание.*

Keywords: *small wood mouse, abundance, naturally disturbed environment, windfall, fire, Visim reserve, microhabitat.*

Введение

Малая лесная мышь (*Apodemus (Sylvaemus) uralensis* Pallas, 1811) является характерным обитателем широколиственных и смешанных лесов, а также хвойных с незначительной примесью широколиственных пород [1]. На Урале в пределах Свердловской области она наиболее многочисленна в лесостепных и широколиственно-хвойных ландшафтах [2]. Вид предпочитает открытые, незатемненные пространства, селится главным образом в естественных

убежищах, особенно в дуплах, зачастую расположенных на значительной высоте, что объясняется ее способностью лазать по деревьям. Нередко лесная мышь роет несложного строения норы, большей частью под корнями деревьев [1]. В основном питается семенами, особенно древесных пород, в меньшей степени грызуны потребляют ягоды и животные корма (насекомые), на последнем месте в их питании находятся зеленые части растений. Питание отличается сезонностью: ранней весной потребляются остатки прошлогоднего урожая семян, с началом вегетации – преимущественно зеленые части растений, а в сентябре–октябре, по мере созревания семян, лесные мыши переходят почти исключительно на семенной корм, который служит основой питания также и в течение всей зимы. Известно, что одна лесная мышь съедает в среднем 17–25 г семян за сутки, что наносит вред сельскохозяйственным культурам [2]. Наряду с этим вид может играть существенную отрицательную роль в естественном возобновлении как широколиственных пород, так и в лесонасаждении, однако, растаскивая и закапывая семена древесных пород, лесные мыши могут способствовать и возобновлению леса. Малая лесная мышь является носителем возбудителей не менее 20 природноочаговых болезней, в т.ч. клещевого энцефалита, лимфоцитарного хориоменингита, бруцеллеза, туляремии и сибирской язвы. Размножаются мыши наиболее интенсивно с апреля по август. Как и для многих видов мышевидных грызунов, численность населения *A. uralensis* подвержена значительным колебаниям, что связано со многими факторами, основные из которых – урожай предпочитаемых кормов и климатические особенности зимнего периода [1].

Мышевидные грызуны, являясь консументами первого порядка, тесно связаны с условиями обитания, формирующимися в фитоценозах на макро- (погодно-климатические условия) и микросредовом (обилие и видовое разнообразие растительности) уровнях. Показано, что в макросредовом масштабе выбор лесными мышами местообитаний зависит от сезонных закономерностей. В зимний период грызуны используют наиболее предпочтительные местообитания, несмотря на их низкую доступность в ландшафте, а летом среда обитания используется пропорционально ее доступности [3]. Выявлено, что в ненарушенных условиях обитания на уровне микросреды население лесных мышей не реагирует на неоднородность растительной мозаики в пределах их участков обитания, но тесно связано с распределением предпочитаемых кормовых растений внутри однородных растительных сообществ [4].

Природные катастрофические факторы, к которым относятся ветровалы и пожары, приводят к существенным изменениям в структуре фитоценозов, что отражается на микросредовых характеристиках местообитаний грызунов. После массового ветровала увеличивается общая освещенность и влажность почвы, что приводит к изменению флористического состава и смене доминантов [5]. Вслед за образованием ветровального почвенного комплекса на нарушенной почве в массе прорастают семена растений, не свойственные окружающей растительности.

Другим важным аспектом влияния ветровала на биогеоценоз является создание мозаичности растительности, отличающейся от окружающего ненарушенного покрова. Благодаря ветровалу, в лесных сообществах происходит увеличение флористического богатства фитоценоза. Например, через 6 лет после массового ветровала в ельниках наблюдается возрастание видовой насыщенности травянистой растительности, в 1.6 раза увеличивается число видов сосудистых растений, снижается доля лесных растений. В результате вспышки флористического богатства на ветровальном комплексе в фитоценозе поддерживается запас семян растений из других фитоценозов, что способствует возрастанию стабильности растительного сообщества [6]. Экологическая роль ветровалов существенна для мелких млекопитающих, жизнедеятельность которых тесно связана со структурой фитоценозов. Изменившаяся в результате ветровального воздействия емкость биогеоценозов для многих видов может играть позитивную роль, создавая экологически благоприятные защитные и кормовые условия для мелких животных. Так, по данным А. В. Истомина [7, 8], изучавшего население мелких млекопитающих в экосистемах южной тайги, нарушенных в результате ветровального воздействия, на территории формируется сложная, разнообразная и достаточно равномерная мозаика из сохранившихся участков и новых микроместообитаний, образующихся на месте нарушений. Гетерогенность среды возрастает, наблюдается разнообразие и выравненность распределения отдельных «пятен», расширяется диапазон имеющихся ресурсов. Реакции мышевидных грызунов на дестабилизацию среды, вызванную ветровалами, видоспецифичны и определяются в большей степени экологическими особенностями и минимальными требованиями животных к условиям среды. Выявлено, к примеру, что на ранних стадиях демуляции ветровалов снижается степень доминирования рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) и повсеместно возрастает роль полевки-экономки (*Microtus oeconomus* Pallas, 1776), которая активно заселяет участки крупных вывалов уже в первый год после ветровального воздействия. В зависимости от конкретного сочетания различных факторов на некоторых свежих вывалах довольно многочисленные популяционные группировки могут образовывать такие виды, как малая лесная мышь [8]. Влияние пожаров на формирование лесных фитоценозов проявляется в изреживании древостоев, изменении их состава и состава живого напочвенного покрова, воздействии на тепловой, водный и химический режим почвы, на фитоклимат, на ход возобновительных процессов и прирост, т.е. на все процессы, протекающие в биогеоценозах. Пожары оказывают влияние на физические и химические свойства местообитаний, аккумуляцию сухого вещества, генетическую адаптацию растительных видов, укоренение видов, их развитие, строение и несходство. Пожары вызывают ритмичные изменения растительности, выражающиеся в поочередной стабилизации и обновлении первичной продукции и видового разнообразия, способствуют семенному восстановлению древесных пород [9, 10]. Для птиц и

мелких млекопитающих на сожженных лесных участках становятся более доступными семена многих растений [11–13]. Животное население в ходе пирогенных сукцессий проявляет неоднозначную реакцию на изменение среды после воздействия пожара. Огонь создает последовательность микросред обитания; это – функция времени, начиная с момента пожара, и они отбираются соответственно различным видовым предпочтениям. Частые случаи возникновения пожара могут создать недостаточно использованную среду обитания, занятую временными, спасающимися бегством видами, которые в это время заменяют те виды мелких млекопитающих, которые обитали здесь до нарушения местообитаний пожаром [14]. В условиях естественно дестабилизированных местообитаний реакция разных видов мелких млекопитающих на средовое окружение отличается. Показано, что в нарушенной среде обитания могут проявиться потенциальные видовые способности, которые не наблюдаются в норме, а значит можно ожидать, что реакции разных видов мелких млекопитающих на такие нарушения будут особенно отчетливыми [15]. В немногочисленных работах по изучению последствий пирогенного нарушения для популяций лесных мышей приводятся результаты, свидетельствующие о незначительном влиянии возгораний на выживаемость и численность населения *A. uralensis*, и объясняется это тем, что после пожара на гари остаются небольшие участки сохранившейся растительности, которые вид может быстро заселять и успешно восстанавливать численность [16]. Нам неизвестны работы по изучению многолетней динамики обилия населения лесных мышей на территориях, подвергшихся комплексному воздействию природных катастрофических факторов, что и определило цель данной работы.

Материал и методы

Исследования проводили в 1995–2021 гг. на территории Висимского государственного природного биосферного заповедника, находящегося в Свердловской области и занимающего низкогорную часть Среднего Урала (57°19′–57°31′ с.ш. и 59°20′–59°50′ в.д.). Как сообщалось нами ранее, заповедная территория, где изучали население мелких млекопитающих, представленная в основном липняковым пихтово-еловым лесом, в июне 1995 г. была полностью разрушена возникшим в результате ураганного ветра мощным ветровалом. После воздействия интенсивного пожара в 1998 г. ветровальная территория сгорела не полностью, лишь около половины ее площади было охвачено пожаром, в результате на которой образовались два относительно равных по протяженности граничащих участка, условно названные нами «ветровальным», не нарушенным пожаром и «пирогенным» (горевшим) участками [17]. Повторно случившийся пожар в августе 2010 г. охватил оба участка, таким образом, ветровальный участок был нарушен впервые, а пирогенный подвергся возгоранию вторично. Оба пожара возникли естественным путем от молний во время «сухих» гроз. В результате количественного описания характеристик среды местообитаний на нарушенной

территории было показано, что в первый год после пожара 1998 г. покрытие участков мхом существенно сократилось, а площадь травянистой и кустарниковой растительности, напротив, увеличилась [17].

Объект исследования – малая лесная мышь отловлена в конце августа-начале сентября на двух нарушенных участках заповедной территории. Животных учитывали стандартным методом ловушко-линий. На каждом из участков размещали по 100 ловушек, расположенных в линию через 10 м друг от друга, общее число составило 200 штук. С 2013 г. число ловушек было сокращено вдвое и равнялось 50 на каждом из сравниваемых участков. Относительное обилие мышей оценивали по числу попаданий животных за первые пять суток отловов в пересчете на 100 ловушко-суток (ос./100 лов.-сут.). В течение всего периода наблюдений ловушки имели постоянные порядковые номера, что позволяло регистрировать число поимок зверьков в каждую ловушку и проводить количественное описание микросредовых характеристик. Сравнение значений обилия населения малой лесной мыши проводили на двух участках в годы возникновения природных катастроф (1995, 1998 и 2010 гг.), на начальных стадиях посткатастрофического восстановления после ветровала (1996–1997 гг.), первого (1999–2001 гг.) и повторного (2011–2013 гг.) пожаров, а также в ходе развития ветровальной (2002–2009 гг.) и пирогенной (2014–2021 гг.) сукцессий. Статистическая обработка собранного материала выполнена с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

На начальных стадиях восстановительной сукцессии после воздействия ветровала (1996–1997 гг.), а также в год возникновения первого пожара (1998 г.) на обоих исследуемых участках охраняемой территории малая лесная мышь отсутствовала (см. рисунок). На следующий (1999 г.) после случившегося пожара год на пирогенном участке животные были отловлены, но численность их оказалась невысокой и составила 1.4 ос./100 лов.-сут., на ненарушенном пожаром ветровальном участке лесные мыши зарегистрированы не были. В 2001 г. на этом участке животные также отсутствовали, а в местообитаниях на пирогенном участке их численность была выше по сравнению с 1999 г. В ходе развития посткатастрофического восстановления лесных биогеоценозов (2003–2008 гг.) ситуация на сравниваемых участках изменилась. В этот период малая лесная мышь более успешно заселяла ветровальный участок (за исключением 2008 г.), где на одиннадцатый год после ветровала обилие вида достигло наибольших значений за весь период наблюдений (3.5 ос./100 лов.-сут.). В нарушенных местообитаниях пирогенного участка на развитых стадиях посткатастрофического восстановления численность населения мышей существенно уступала значениям этого показателя на ветровальном участке (см. рисунок).

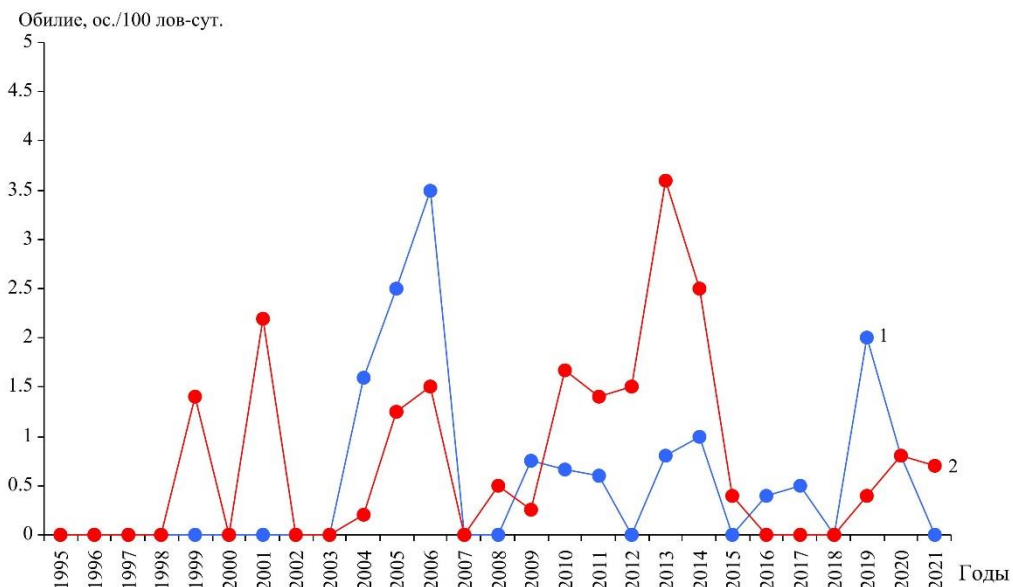


Рис. Многолетняя динамика обилия малой лесной мыши на двух участках (1 – ветровальный, 2 – пирогенный) территории Висимского заповедника

В период, предшествующий повторному пирогенному воздействию (2008–2009 гг.), а также в год возникновения второго пожара (2010 г.) численность малой лесной мыши на исследуемых участках изменялась асинхронно: в 2009 г. на нарушенном первым пожаром участке обилие грызунов снизилось, а на ветровальном, напротив, возросло. В 2010 г. численность мышей возросла на пирогенном участке, а на ветровальном снизилась (см. рисунок). На второй год после случившегося повторного возгорания (2011 г.) наблюдалось незначительное синхронное снижение значений обилия вида на обоих участках. Следует отметить, что на ветровальном участке, подвергшемся пирогенному воздействию впервые, снижение численности завершилось ее глубокой депрессией через два года после пожара (2012 г.). На дважды нарушенном пирогенном участке в этот год наблюдался незначительный рост обилия населения с дальнейшим существенным повышением уровня его значений на начальной стадии пирогенной восстановительной сукцессии (2013 г.), вызванной повторным пожаром. Полученные результаты позволяют сделать вывод о большей благоприятности среды обитания для малой лесной мыши в дважды пирогенно нарушенных ветровальных биоценозах на ранних восстановительных стадиях, а условия местообитаний на ненарушенных пожаром ветровальных участках для особей вида являются наиболее благоприятными в ходе развития посткатастрофического восстановления лесных биоценозов. В этот период в пирогенных местообитаниях обилие мышей снижается, а на ветровальном участке после незначительного подъема значений данного показателя наблюдается депрессия численности населения (см. рисунок).

В целом анализ популяционной динамики численности малой лесной мыши за многолетний период наблюдений показывает отсутствие ее выраженной периодичности. На начальных стадиях восстановительных сукцессий после воздействия первого пожара на пирогенном участке выделяются два коротких цикла, состоящие из фаз «роста» и «депрессии» и (1998–1999 гг. и 2000–2001 гг.). Синхронный подъем численности вида на обоих участках происходит в 2004 году. В 2005–2007 гг. в динамике населения также выделяется цикл, включающий фазу «роста» на протяжении двух лет (2005–2006 гг.) с максимальным значением обилия грызунов на ветровальном участке, и фазу «депрессии» численности населения в 2007 г. В дальнейшем характер популяционной динамики малой лесной мыши отличается наибольшей неустойчивостью, особенно выраженной на пирогенном участке. На ветровальном участке отмечены два трехлетних цикла, состоящих из фаз «роста», наблюдающихся в течение двух лет, и фазы «депрессии» численности (2013–2015 гг. и 2016–2018 гг., соответственно). Завершающийся цикл в многолетней динамике обилия *A. uralensis* на этом участке является также трехлетним, состоящим из последовательных фаз: «пика», «спада» и «депрессии» (2019–2021 гг.), на пирогенном участке в этот период наблюдается «рост» численности вида с последующим ее снижением в 2021 г. (см. рисунок).

Сравнение уровня обилия населения малой лесной мыши в годы воздействия двух, отличающихся по времени возникновения пожаров, и на начальных стадиях восстановления после пожаров в разные временные отрезки свидетельствует о неоднозначности реакции вида на пирогенные нарушения. Как было отмечено выше, в год воздействия первого пожара и через год после возгорания на пирогенном участке наблюдалась депрессия численности *A. uralensis*, в аналогичный период после второго пирогенного воздействия ситуация на данном участке отличалась (см. рисунок). Результаты анализа долевого вклада малой лесной мыши в сообщество грызунов на сравниваемых участках подтверждают неоднозначность реакции вида на нарушение среды обитания в разные периоды посткатастрофического восстановления. В целом доленое участие вида оказалось существенно выше в местообитаниях дважды нарушенного пожаром участка, причем максимальный его вклад отмечен в год повторного пирогенного воздействия (см. таблицу).

Таблица

Численность населения малой лесной мыши и ее долевого вклад в сообщества грызунов на нарушенных участках территории Висимского заповедника на разных стадиях посткатастрофических восстановительных сукцессий

Период	Участок	
	Ветровальный	Пирогенный
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Год воздействия ветровала, 1995 г.	0	0
Начальная стадия ветровальной сукцессии, 1996–1997 гг.	0	0

Окончание табл.

1	2	3
Год воздействия первого пожара, 1998 г.	0	0
Начальная стадия ветровально-пирогенной сукцессии, 1999–2001 гг.	0	18/13.5
Развитая стадия ветровально-пирогенной сукцессии, 2002–2009 гг.	28/4.9	12/4.4
Год воздействия второго пожара, 2010 г.	2/4.0	5/20.8
Начальная стадия пирогенной сукцессии, 2011–2013 гг.	5/4.1	22/16.4
Развитая стадия пирогенной сукцессии, 2014–2021 гг.	11/7.4	10/9.8

Примечание. В числителе – сумма абсолютных значений численности малой лесной мыши, в знаменателе – ее долевого вклад в население грызунов на двух участках.

Этот факт подтверждает наше предположение о том, что условия обитания малой лесной мыши на дважды пирогенно нарушенном участке, особенно на начальной стадии восстановительной сукцессии после повторного пирогенного воздействия, являются более благоприятными для населения вида. Полученные нами результаты могут быть объяснены комплексным влиянием факторов, благоприятное сочетание которых обуславливает успешность восстановления численности населения вида в конкретные периоды состояния лесных биоценозов. Среди возможных причин необходимо учитывать как внутривидовые особенности, так и влияние внешних факторов, оказывающих воздействие на характеристики среды местообитаний животных. К примеру, известно, что формирование на открытых пространствах гарей условий (увеличение освещенности, повышение дневных температур, быстрое возобновление злаковых ассоциаций), отвечающих экологическим предпочтениям видов-зеленоядов и семеноядов (к которым относится малая лесная мышь), приводит к возрастанию их доли в сообществах грызунов [11, 12, 18]. Результаты наших ранних исследований показали высоко значимые статистические отличия микросредовых характеристик местообитаний на сравниваемых участках на начальных стадиях пирогенных сукцессий после воздействия отличающихся по времени возникновения пожаров [19, 20]. Внутривидовые особенности связаны с особенностями функционирования локальных внутривидовых группировок разных видов грызунов, определяющего темпы заселения животными естественно трансформированных местообитаний. Данный подход предложен Н. А. Щипановым [21, 22], по мнению которого, для обеспечения жизнестойкости популяции в случае возникновения природных катастрофических явлений необходимо взаимодействие отдельных внутривидовых группировок. Показано, что различия в формировании населения грызунов на пирогенных участках объясняются видовыми различиями темпов восстановления численности. Одни виды восстанавливают численность успешнее, чем это возможно, за счет размножения («быстро»), а некоторые –

в соответствии с темпами размножения («медленно»). «Быстрое» и «медленное» восстановление обеспечивается альтернативными типами функционирования («контролирующий» и «восстанавливающий») внутрипопуляционных группировок, причем одни виды способны изменить характер функционирования в ответ на неблагоприятное воздействие, а другие проявляют только один из альтернативных вариантов [21, 22]. Для видов данной подгруппы изменение функциональной структуры в нарушенных условиях выражается в дестабилизации персонального состава групп и увеличении общего количества неоседлых особей. К этому типу восстановления можно отнести малую лесную мышь – вид, способный формировать внутрипопуляционные группировки, выполняющие альтернативные функции [23]. Вероятно, малая лесная мышь быстро восстанавливает численность после воздействия пожара за счет вселения животных на нарушенную территорию, где условия обитания на начальных стадиях восстановительной сукцессии наиболее благоприятны для данного вида. Наряду с этим следует отметить, что сценарий, по которому разворачиваются процессы формирования численности населения грызунов в нарушенных местообитаниях, определяется состоянием уровня их обилия не только в год, предшествующий пожару, и в год его возникновения, а также на ранних стадиях постпирогенных восстановительных сукцессий. Мы предполагаем, что на начальных стадиях восстановительной сукцессии после повторного пожара на пирогенном участке складывается благоприятное сочетанное воздействие факторов на население малой лесной мыши, в результате которого формируются условия, отвечающие экологическим предпочтениям вида. Таким образом, на примере изучения населения малой лесной мыши, обитающей в условиях естественно нарушенных местообитаний на территории Висимского заповедника, можно заключить, что реакция видов на трансформацию среды обитания, вызванную влиянием природных катастрофических факторов, неоднозначна на разных стадиях восстановительных сукцессий. Для выявления причин, объясняющих неоднозначность отклика на естественные нарушения необходимо учитывать комплекс факторов, включающий как внутрипопуляционные видовые особенности, так и состояние среды местообитаний животных в разные периоды посткатастрофического восстановления лесных биоценозов.

Заключение

Полученные в ходе проведенного исследования результаты позволяют заключить, что для малой лесной мыши условия среды в дважды нарушенных пожаром лесных местообитаниях на территории Висимского заповедника наиболее предпочтительны на начальных стадиях восстановительной сукцессии, о чем свидетельствуют значения показателей численности вида в этот период. Наряду с этим следует отметить, что условия среды обитания на ненарушенных пожаром ветровальных участках для *A. uralensis* являются наиболее благоприятными в ходе развития посткатастрофического восстановления лесных

биоценозов. Также можно констатировать, что на характер изменения численности населения малой лесной мыши на разных стадиях посткатастрофических восстановительных сукцессий оказывает влияние комплекс факторов, среди которых приоритетными могут считаться как внутривидовые (особенности функционирования локальных группировок), так и особенности среды местообитаний (своеобразие микросредового окружения) грызунов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН ААААА19-119031890087-7.

Список литературы

1. Громов И. М., Ербаева М. А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб.: Зоологический ин-т РАН, 1995. 522 с.
2. Млекопитающие Свердловской области: справ.- определитель / В. Н. Большаков и др. Екатеринбург: Екатеринбург, 2000. 240 с.
3. Todd I. A., Tew T. E., Macdonald D. W. Arable habitat use by wood mice (*Apodemus sylvaticus*). 1. Macrohabitat // J. Zool. (Lond). 2000. Vol. 250. P. 299–303.
4. Tew T. E., Todd I. A., Macdonald D. W. Arable habitat use by wood mice (*Apodemus sylvaticus*). 2. Microhabitat // J. Zool. (Lond). 2000. Vol. 250. P. 305–311.
5. Ulanova N. G. The effects of wind throw on forests at different spatial scales: a review // For. Ecol. Manag. 2000. Vol. 135. № 1/3. P. 155–167.
6. Уланова Н. Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2006. 46 с.
7. Истомин А. В. Влияние нарушений на видовое разнообразие мышевидных грызунов в южной тайге // Видовое разнообразие млекопитающих в трансформированных экосистемах. Киев, 1992. С. 29–40.
8. Истомин А. В. Влияние ветровалов на динамику сообществ мелких млекопитающих в естественных лесах южной тайги // Вест. МГУ. Лесн. вестн. 2009. № 1. С. 196–201.
9. Комарова Т. А. Послепожарные сукцессии в лесах южного Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВО АН СССР, 1992. 224 с.
10. Комарова Т. А. Семенное возобновление древесных растений на гарях в лесах Южного Сихотэ-Алиня // Лесоведение. 2005. № 3. С. 27–36.
11. Керзина М. Н. Смена населения наземных позвоночных на вырубках и гарях // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1952. Т. 57. № 1. С. 22–25.
12. Кулешова Л. В. Экологические и зоогеографические аспекты воздействия пожаров на лесных птиц и млекопитающих // Зоологический журнал. 1981. Т. 60. Вып. 10. С. 1542–1552.
13. Конторщиков В. В. Мышевидные грызуны на зарастающих гарях в Окском заповеднике (по наблюдениям в 1990–1991 гг.) // Мониторинг сообществ на гарях и управление пожарами в заповедниках. М., 2002. С. 100–103.
14. Fox V. J. Fire and mammalian secondary succession in an Australian coastal heath // Ecology. 1982. Vol. 63. P. 1332–1341.

15. Шилова С. А. Популяционная экология как основа контроля численности мелких млекопитающих. М.: Наука, 1993. 201 с.
16. Monimeau L., Mouillot D., Fons R., Prodon R., Marchand B. Impact of prescribed burning on the survival rates of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) // *Acta Oecologica*. 2002. Vol. 23. P. 51–58.
17. Лукьянова Л. Е. Полевка-экономка (*Microtus oeconomus* Pall.) и темная полевка (*Microtus agrestis* L.) в ветровально-пирогенных местообитаниях охраняемой территории Среднего Урала // *Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина*. 2020. Вып. 4 (16). С. 5–19.
18. Zwolak R., Pearson D. E., Ortega Y. K., Crone E. E. Fire and mice: seed predation moderates fire's influence on conifer recruitment // *Ecology*. 2010. Vol. 91. № 4. P. 1124–1131.
19. Лукьянова Л. Е. Посткатастрофические сукцессии населения грызунов // *Сиб. экол. журнал*. 2015. № 6. С. 832–841.
20. Лукьянова Л. Е. Формирование численности грызунов в пирогенных местообитаниях // *Вестник Томского гос. ун-та*. 2017. № 39. С. 172–189.
21. Щипанов Н. А. Некоторые аспекты популяционной устойчивости мелких млекопитающих // *Успехи современной биологии*. 2000. Т. 120. № 1. С. 73–87.
22. Щипанов Н. А. Функциональная организация популяции – возможный подход к изучению популяционной устойчивости: прикладной аспект (на примере мелких млекопитающих) // *Зоологический журнал*. 2002. Т. 81. № 9. С. 1048–1077.
23. Щипанов Н. А., Шилова С. А., Смирин Ю. М. Структура и функции различных поселений лесной мыши (*Apodemus uralensis*) // *Успехи современной биологии*. 1997. Т. 117. Вып. 5. С. 624–639.

References

1. Gromov I. M., Erbaeva M. A. *Mlekovitayushchie fauny Rossii i sopredel'nyh territorij. Zajceobraznye i gryzyny* [Mammals of the fauna of Russia and adjacent territories. Lagomorphs and rodents]. SPb.: ZIN, 1995. 522 p. (In Russ.).
2. *Mlekovitayushchie Sverdlovskoj oblasti: sprav.– opredelitel'* [Mammals of the Sverdlovsk region: reference - key] / V. N. Bol'shakov et al. Ekaterinburg: Ekaterinburg, 2000. 240 p. (In Russ.).
3. Todd I. A., Tew T. E., Macdonald D. W. Arable habitat use by wood mice (*Apodemus sylvaticus*). 1. Macrohabitat. *J. Zool. (Lond)*. 2000. Vol. 250. P. 299–303.
4. Tew T. E., Todd I. A., Macdonald D. W. Arable habitat use by wood mice (*Apodemus sylvaticus*). 2. Microhabitat. *J. Zool. (Lond)*. 2000. Vol. 250. P. 305–311.
5. Ulanova N. G. The effects of wind throw on forests at different spatial scales: a review. *For. Ecol. Manag.* 2000. Vol. 135. № 1/3. P. 155–167.
6. Ulanova N. G. *Vosstanovitel'naya dinamika rastitel'nosti splotnykh vyрубok i massovykh vetrovalov v el'nikah yuzhnoj tajgi (na primere evropejskoj chasti Rossii. Dokt. diss.)* [Restorative dynamics of vegetation of clear-cut areas and massive windfalls in the spruce forests of the southern taiga (on the example of the European part of Russia)]: Dokt. diss. Moscow, 2006. 46 p. (In Russ.).
7. Istomin A. V. Influence of disturbances on the species diversity of murine rodents in the southern taiga. *Vidovoe raznoobrazie mlekovitayushchih v transformirovannyh ekosistemah* [Species diversity of mammals in transformed ecosystems]. Kiev, 1992. P. 29–40. (In Russ.).

8. Istomin A. V. Influence of windblows on the dynamics of communities of small mammals in natural forests of the southern taiga. *Vest. MGU. Lesn. vestn.* 2009. № 1. P. 196–201 (In Russ.).
9. Komarova T. A. *Poslepozharnye sukcesii v lesah yuzhnogo Sikhote-Alinya* [Post-fire successions in the forests of southern Sikhote-Alin]. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1992. 224 p. (In Russ.).
10. Komarova T. A. Seed renewal of woody plants on burnt-out areas in the forests of Southern Sikhote-Alin. *Lesovedenie.* 2005. № 3. P. 27–36 (In Russ.).
11. Kerzina M. N. Change in the population of terrestrial vertebrates in clearings and burned areas. *Byul. MOIP. Otd. biol.* 1952. Vol. 57. No 1. P. 22–25 (In Russ.).
12. Kuleshova L. V. Ecological and zoogeographic aspects of the impact of fires on forest birds and mammals. *Zoologicheskij zhurnal.* 1981. Vol. 60. Vyp. 10. P. 1542–1552 (In Russ.).
13. Kontorshchikov V. V. Murine rodents on overgrown burnt-out areas in the Oka nature reserve (according to observations in 1990–1991). *Monitoring soobshchestv na garyah i upravlenie pozharami v zapovednikah* [Monitoring of communities on burnt-out areas and fire management in reserves]. Moscow, 2002. P. 100–103 (In Russ.).
14. Fox B. J. Fire and mammalian secondary succession in an Australian coastal heath. *Ecology.* 1982. Vol. 63. P. 1332–1341.
15. Shilova S. A. *Populyacionnaya ekologiya kak osnova kontrolya chislennosti melkih mlekopitayushchih* [Population ecology as a basis for the control of the number of small mammals]. Moscow: Nauka, 1993. 201 p. (In Russ.).
16. Monimeau L., Mouillot D., Fons R., Prodon R., Marchand B. Impact of prescribed burning on the survival rates of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*). *Acta Oecologica.* 2002. Vol. 23. P. 51–58.
17. Luk'yanova L. E. Root vole (*Microtus oeconomus* Pall.) and field vole (*Microtus agrestis* L.) in windfall-pyrogenic habitats of the protected area of the Middle Urals. *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2: Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, Izd-vo SGU im. Pitirima Sorokina. 2020. No 4 (16). P. 5–19 (In Russ.).
18. Zwolak R., Pearson D. E., Ortega Y. K., Crone E. E. Fire and mice: seed predation moderates fire's influence on conifer recruitment. *Ecology.* 2010. Vol. 91. № 4. P. 1124–1131.
19. Luk'yanova L. E. Post-catastrophic successions of the rodent population. *Sib. ekol. zhurnal.* 2015. No 6. P. 832–841 (In Russ.).
20. Luk'yanova L. E. Formation of the number of rodents in pyrogenic habitats. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk State University Journal of Biology]. 2017. No 39. P. 172–189 (In Russ.).
21. Shchipanov N. A. Some aspects of population resistance of small mammals. *Uspekhi sovremennoj biologii.* 2000. Vol. 120. No 1. P. 73–87 (In Russ.).
22. Shchipanov N. A. Functional organization of the population - a possible approach to the study of population resistance: an applied aspect (on the example of small mammals). *Zoologicheskij zhurnal.* 2002. Vol. 81. No 9. P. 1048–1077 (In Russ.).
23. Shchipanov N. A., Shilova S. A., Smirin Yu. M. Structure and functions of various settlements of wood mouse (*Apodemus uralensis*). *Uspekhi sovremennoj biologii.* 1997. Vol. 117. Vyp. 5. P. 624–639 (In Russ.).

ПАРАЗИТОФАУНА ОМУЛЯ АРКТИЧЕСКОГО *COREGONUS AUTUMNALIS* (PALLAS, 1776) И СИГА-ПЫЖЬЯНА *COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN* (GMELIN, 1788) Р. ЕНИСЕЙ

PARASITOFAUNA OF ARCTIC CISCO COREGONUS AUTUMNALIS (PALLAS, 1776) AND HUMPBACK WHITEFISH COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN (GMELIN, 1788) IN THE YENISEI RIVER

К. В. Поляева

K. V. Polyayeva

В статье приведены результаты паразитологического исследования омуля арктического *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) и сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788), выловленных во время нерестовой миграции в низовьях р. Енисей (район г. Дудинка) в 2019 г. Выявлено 16 видов паразитов из 8 систематических групп. В паразитофауне омуля доминируют цестоды р. *Diphillobothrium* (ЭИ=100 %) и скребень *Echinorhynchus salmonis* Muller, 1780 (ЭИ=73 %). Видами-доминантами в паразитофауне сига являются трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 (ЭИ = 87 %) и *Ichthyocotylurus pileatus* (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 (ЭИ = 69 %), цестода *Cyathocephalus truncatus* (Pallas, 1781) (ЭИ = 73 %), скребень *E. salmonis* (ЭИ = 67 %). Проведено сравнение полученных результатов с данными исследования 1940 г. Уровень сходства видового состава паразитофауны омуля ниже, чем уровень сходства такового у сига. В паразитофауне сига изменился состав видов-доминантов.

*In the present study, we present the results of a parasitological study of the arctic cisco *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) and the humpback whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788), caught during spawning migration in a lower course of the Yenisei River (district of Dudinka town) in 2019. We identified 16 species of parasites from 8 taxonomic groups. The parasite fauna of the arctic cisco is dominated by cestodes *Diphillobothrium* (prevalence 100 %) and the acanthocephala *Echinorhynchus salmonis* Muller, 1780 (prevalence 73 %). The dominant species in the humpback whitefish parasite fauna are the trematodes *Ichthyocotylurus erraticus* (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 (prevalence 87 %) and *Ichthyocotylurus pileatus* (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 (prevalence 69 %), the cestode *Cyathocephalus truncatus* (Pallas, 1781) (prevalence 73 %), and the acanthocephala *E. salmonis* (prevalence 67 %). The results were compared with the data of the 1940 study: the level of similarity of the species composition of the arctic cisco's parasite fauna is lower than the level of similarity in the humpback whitefish, the composition of dominant species of the humpback whitefish did change.*

Ключевые слова: сиговые рыбы, *Diphillobothrium*, *Echinorhynchus*, *Corynosoma*.

Keywords: whitefishes, *Diphillobothrium*, *Echinorhynchus*, *Corynosoma*.

Введение

Рыбный промысел в низовьях р. Енисей развивается с XVIII века. Традиционно основу уловов составляли осетровые и сиговые рыбы [1]. С момента введения запрета на промышленный вылов осетра и стерляди в 1998 г. до момента введения запрета на промышленный вылов омуля, нельмы и муксуна в 2019 г. полупроходные сиговые рыбы обеспечивали до 90 % общего вылова в бассейне [2].

До настоящего времени единственным полным исследованием паразитофауны рыб р. Енисей является проведенное в 1941 г. исследование ВНИОРХ, в процессе которого была оценена паразитофауна рыб различных семейств, выловленных на участке от села Атаманово до пос. Усть-Порт [3]. Позднее, в 1956–1957 гг. знания о паразитофауне рыб р. Енисей дополнились исследованием 306-й Союзной гельминтологической экспедицией Академии наук СССР в Тувинской автономной области, в его верхнем течении [4]. Последующие исследования концентрировались в основном на изучении распространения дифиллоботриид в отдельных водоемах и водотоках Енисейского бассейна [5–7].

Цель нашей работы: определить состав и количественные показатели зараженности омуля арктического и обыкновенного сига, отловленных в нижнем течении р. Енисей; определить изменения видового состава паразитов и встречаемости последних в сравнении с 1941 г.

Материал и методы

Сбор материала осуществлен в октябре 2019 г. в придельтовом р-не р. Енисей у пос. Левинские пески (рис. 1). Биологический анализ рыб проводили по общепринятой ихтиологической методике [8]. Возраст определяли по чешуе [9].

Всего для анализа отобрано 15 экз. омуля арктического *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) и 15 особей сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788).

Биологические характеристики исследованных рыб представлены в табл. 1.

Сбор, фиксацию и камеральную обработку паразитологических проб проводили по общепринятой методике [10]. Для видовой идентификации паразитов использовали определители [11–13]. Классификация паразитов приводится на основе «Каталога паразитов пресноводных рыб Северной Азии» [14–17].

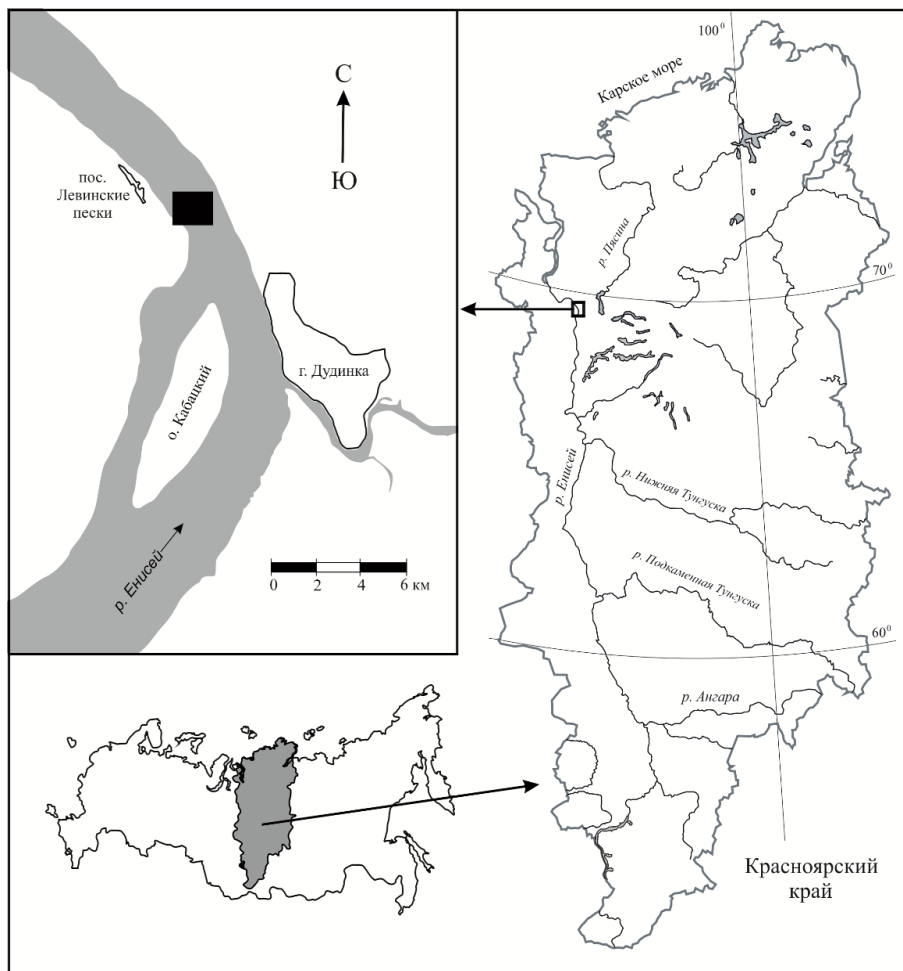


Рис. 1. Карта-схема района сбора материала.

Статистический анализ зараженности проводился с помощью программы Excel пакета программ Microsoft®Office 2007 и программы Quantitative Parasitology 3.0 [18]. Для характеристики зараженности рыб использовали следующие количественные показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ – процент хозяев, зараженных видом паразита), интенсивность инвазии (ИИ – среднеарифметический показатель числа паразитов, приходящихся на одну зараженную особь хозяина), индекс обилия (ИО – средняя численность вида паразита у всех исследованных особей хозяина).

Коэффициент Жаккара рассчитан по формуле:

$$C_j = \frac{j}{(a + b - j)},$$

где j – число общих видов на обоих участках, a – число видов на участке А, b – число видов на участке В [19].

Таблица 1

Основные параметры исследованных в 2019 г. особей омуля и сига-пыжьяна из р. Енисей в р-не г. Дудинка

Параметры	Омуль арктический N=15	Сиг обыкновенный N=15
L, мм	$\frac{397 \pm 5.4}{375-457}$	$\frac{370 \pm 3.3}{340-387}$
Sm, мм	$\frac{364 \pm 2.8}{350-388}$	$\frac{336 \pm 2.9}{310-355}$
l, мм	$\frac{344 \pm 2.4}{330-360}$	$\frac{315 \pm 3.0}{290-332}$
Q, г	$\frac{526 \pm 10.2}{471-586}$	$\frac{494 \pm 11.8}{412-598}$
Возраст	9+–11+	5+–12+

Примечание. L – абсолютная длина тела; Sm – длина тела по Смитту; l – длина тела; Q – масса тела; над чертой: средняя \pm стандартная ошибка среднего, под чертой – пределы варьирования показателя.

Результаты

Всего обнаружено 16 видов паразитов из 8 систематических групп (табл. 2). Наиболее разнообразен видовой состав цестод (4 вида), скребней и трематод (по 3 вида), а также нематод (2 вида). По одному виду представлены микроспоридии, моногенеи, ракообразные и моллюски.

Таблица 2

Видовой состав и количественные показатели зараженности паразитами сига и омуля низовьев р. Енисей (г. Дудинка), 2019 год

Вид паразита	Хозяин	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
1	2	3	4	5
<i>Chloromyxum coregoni</i> Bauer, 1948	омуль	13.3	+	+
	сиг	6.6	+	+
<i>Discocotyle sagittata</i> (Leuckart, 1842)	сиг	40.0	1.66	0.66
<i>Syathocephalus truncatus</i> (Pallas, 1781)	сиг	73.3	21.8	16.0
<i>Diphilobothrium ditremum</i> (Creplin, 1825) pl	омуль	100.0	12.0	12.0
	сиг	6.6	1.0	0.1
<i>Diphilobothrium dendriticum</i> (Nitzsch, 1824) pl	омуль	100.0	7.3	7.3
<i>Proteocephalus</i> sp.	сиг	13.3	7.0	0.9
<i>Diplostomum</i> sp.	сиг	20.0	6.3	1.3
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i> (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 mc	сиг	86.6	212.7	184.4
<i>Ichthyocotylurus pileatus</i> (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 mc	сиг	69.2	32.1	22.2

1	2	3	4	5
<i>Corynosoma strumosum</i> (Rudolphi, 1802) Luhe, 1904 acantella	омуль	13.3	2.0	0.1
<i>Echinorhynchus salmonis</i> Muller, 1780	омуль	73.3	12.4	9.06
	сига	66.6	9.4	6.3
<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	омуль	6.6	3.0	0.2
	сига	33.3	2.8	0.9
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779) larva	сига	26.6	1.2	0.3
<i>Cystidicola farionis</i> Fisher, 1798	сига	6.6	1.0	0.1
<i>Salmincola</i> sp.	омуль	20.0	1.3	0.3
	сига	33.3	1.2	0.4
<i>Glochidium</i> sp.	сига	6.6	1.0	0.01

У сига найдено 14 видов паразитов, у омуля – 7.

Большинство видов паразитов (6 видов) относятся к автогенным видам и заканчивают жизненный цикл в организмах рыб. Из аллогенных видов большая часть (5 видов) заканчивают жизненный цикл в организмах птиц и один вид (*C. strumosum*) – в организме млекопитающих. Три вида имеют простой жизненный цикл. Моллюски, представленные глехидиями, на половозрелой стадии являются свободноживущими.

Доминирующими видами в паразитофауне омуля являются цестоды *D. ditremum*, *D. dendriticum* и скребень *E. salmonis*. Виды-доминанты в паразитофауне сига – трематоды *I. erraticus* и *I. pileatus*, цестода *C. truncatus*, скребень *E. salmonis*.

Общими для паразитофауны сига и омуля являются пять видов паразитов: миксоспоридии *C. coregoni*, цестоды *D. ditremum*, скребни *E. salmonis* и *Neoechinorhynchus* sp., ракообразные *Salmincola* sp.

Обсуждение

Паразитофауны сига и омуля различаются существенно ($C_j = 0.31$). Причины могут быть связаны со спектром питания хозяев, поскольку пищевые предпочтения обуславливают потребление кормовых объектов в виде промежуточных хозяев паразитов со сложными жизненными циклами. В спектр питания енисейского омуля входят амфиподы (*Pontoporeia* и *Pseudolibrotus*), мизиды, рачковый планктон; у взрослых особей – молодь других видов рыб. У енисейского сига в рационе питания преобладают личинки хирономид, поденок, веснянок, ручейников, гаммарусы, моллюски, олигохеты, нематоды, пиявки, водяные клещи, клопы, воздушные насекомые, растения [20]. Более широкий спектр питания сига способствует большему видовому разнообразию его паразитофауны (14 видов) по сравнению с паразитофауной омуля (7 видов).

Кроме того, важную роль может играть экотоп, предпочитаемый сигом и омулем. Омуль способен выдерживать соленость до 22 ‰, что позволяет ему

выходить во время нагула в прибрежную зону Карского моря. Сиг нагуливается в дельте реки, где распространена водная растительность [21], в зарослях которой могут развиваться брюхоногие моллюски, промежуточные хозяева трематод рр. *Diplostomum* и *Ichthyocotylurus*. Данные трематоды найдены в исследованных выборках только у сига. У омуля отмечено два вида паразитов, не связанных в процессе заражения хозяев с объектами питания, у сига – семь.

Из пяти общих для сига и омуля видов паразитов три вида имеют сложный жизненный цикл и попадают в организм хозяина с пищевыми объектами (*D. ditremum*, *E. salmonis*, *Neoechinorhynchus* sp.). Показатели экстенсивности инвазии исследованных экземпляров сига и омуля общими видами паразитов представлены на рис. 2.

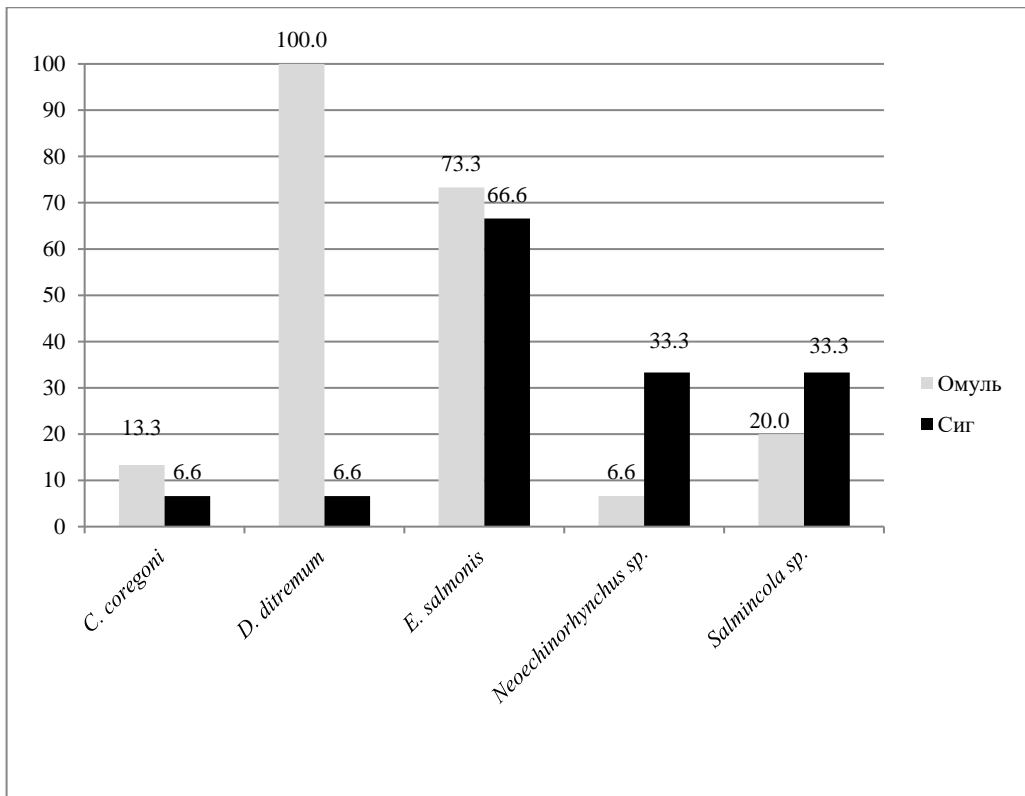


Рис. 2. Экстенсивность инвазии (%) общими видами паразитов сига и омуля из р. Енисей в р-не г. Дудинка в 2019 г.

Цестоды *D. ditremum* является доминирующим видом в паразитофауне омуля, скребень *E. salmonis* – в паразитофауне и сига и омуля. Достоверных различий в показателях экстенсивности инвазии *E. salmonis* омуля и сига не обнаружено (табл. 3). Достоверно различаются только показатели экстенсивности инвазии *D. ditremum*. Поскольку промежуточными хозяевами *D. ditremum* являются рачки циклопы, то различие в экстенсивности инвазии этим паразитом сига и омуля

может указывать на большую, чем у сига, долю зоопланктона в спектре питания омуля. Отсутствие достоверных различий в показателях экстенсивности инвазии *E. salmonis*, чьим промежуточным хозяевами выступают гаммариды, может указывать на наличие и доступность для потребления бокоплавов в районах нагула обоих видов хозяев.

Таблица 3

Сравнение показателей экстенсивности инвазии общими видами паразитов сига и омуля из р. Енисей в р-не г. Дудинка в 2019 г.

Показатель	Виды паразитов общие для омуля и сига				
	<i>C. coregoni</i>	<i>D. ditremum</i>	<i>E. salmonis</i>	<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	<i>Salmincola</i> sp.
p	1.00	0.00	1.00	0.169	1.00

Примечание. p – значения p-критерия при сравнении показателей экстенсивности инвазии одним видом паразита сига и омуля с помощью точного двустороннего критерия Фишера.

Таблица 4

Экстенсивность инвазии (ЭИ, %) паразитами омуля из р. Енисей в 1941 и 2019 гг.

Вид паразита	Годы	
	1941 (по [4])	2019
1	2	3
<i>Chloromyxum coregoni</i> Bauer, 1948	–	13.3
<i>Diphilobothrium ditremum</i> (Creplin, 1825) pl	–	100.0
<i>Diphilobothrium dendriticum</i> (Nitzsch, 1824) pl *	13.0+100.0	100.0
<i>Corynosoma strumosum</i> (Rudolphi, 1802) Luhe, 1904 acantella	13.0	13.3
<i>Echinorhynchus salmonis</i> Muller, 1780	66.0	73.3
<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	–	6.6
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i> (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 mc **	26.0	–
<i>Philonema sibirica</i> (Bauer, 1946)***	20.0	–
<i>Raphidascaris</i> sp.	7.0	–
<i>Salmincola extensus</i> (Kessler, 1868)****	13.0	–
<i>Salmincola extumescens</i> (Gadd, 1901)	13.0	–
<i>Salmincola</i> sp.	–	20.0

Примечание. **Diphilobothrium minus* и *Diphilobothrium strictum* в [4]; ***Tetracotyle coregoni* в [4]; *** *Coregonema sibirica* в [4]; *****Achtheres extensus* в [4].

В качестве пункта для сравнения полученных в ходе нашего исследования данных о паразитофауне омуля с исследованием 1941 г. [4] принимаем г. Игарка, поскольку пробы омуля в г. Дудинка не собирались (табл. 4). Город Игарка расположен на 279 км выше по течению Енисея от г. Дудинка.

Коэффициент сходства Жаккара паразитофауны омуля в 1941 и 2019 гг. равен 0.44.

В результате настоящего исследования у омуля не обнаружено ранее зарегистрированных видов паразитов: *I. erraticus*, *P. sibirica* и *Raphidascaris* sp. В 2019 г. отмечены не встреченные в 1941 г. виды: *C. coregoni* и *Neoechinorhynchus* sp. Стабильно встречаются виды рода *Diphillobothrium*, скребни *C. strumosum*, *E. salmonis* и ракообразные рода *Salmincola*. Доминирующие виды (цестоды р. *Diphillobothrium* и скребень *E. salmonis*) сохраняют свое положение.

Цестоды р. *Diphillobothrium* и скребень *C. strumosum* заражали омуля также в 2003, 2004 и 2007 гг. [23]. Экстенсивность инвазии *D. dendriticum* отмечалась не такая высокая, как в исследовании 1941 г. и наших данных: 30 % в 2003 г. (n = 10), 20 % в 2004 г. (n = 15) и 0 % (n = 5) в 2007 г., что может быть связано как с небольшой выборкой исследованных хозяев, так и с трудностями в видовой идентификации *D. ditremum* и *D. dendriticum*. Экстенсивность инвазии *C. strumosum* отмечается на одном уровне: 10 % в 2003 г. (n = 10), 6.7 % в 2004 г. (n = 15) и 20 % (n = 5) в 2007 г.

Коэффициент сходства Жаккара паразитофауны сига в 1941 и 2019 гг. равен 0.64.

Из отмеченных в исследовании 1941 г. видов паразитов в нашем исследовании не встретился лишь один вид – скребень *E. truttae*, имевший невысокий показатель экстенсивности инвазии (7 %) (табл. 5). В 2019 г. отмечены ранее не встречавшиеся виды паразитов: *C. coregoni*, *D. ditremum*, *Diplostomum* sp. и глохидии.

Доминирующими видами в 1941 г. были трематоды *I. erraticus*, скребни *E. salmonis* и нематоды *Raphidascaris* sp. В 2019 г. экстенсивность инвазии нематодами р. *Raphidascaris* снизилась до 27 %, новым доминирующим видом стали цестоды *C. truncatus*.

Таблица 5

Экстенсивность инвазии (ЭИ, %) паразитами сига из р. Енисей в 1941 и 2019 гг.

Вид паразита	Годы	
	1941 (по [4])	2019
<i>I</i>	2	3
<i>Chloromyxum coregoni</i> Bauer, 1948	–	6.6
<i>Discocotyle sagittata</i> (Leuckart, 1842)*	7.0	40.0
<i>Phyllodistomum umblae</i> (Fabricius, 1780) Bakke, 1982**	27.0	–
<i>Cyathocephalus truncatus</i> (Pallas, 1781)	33.0	73.3
<i>Diphillobothrium ditremum</i> (Creplin, 1825) pl	–	6.6
<i>Proteocephalus exiguus</i> La Rue, 1911	7.0	–
<i>Proteocephalus</i> sp.	–	13.3
<i>Diplostomum</i> sp.	–	20.0
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i> (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 mc***	93.0	86.6
<i>Ichthyocotylurus pileatus</i> (Rudolphi, 1809) Odening, 1969 mc	–	69.2

1	2	3
<i>Echinorhynchus salmonis</i> Muller, 1780	47.0	66.6
<i>Echinorhynchus truttae</i> Shrank, 1788	7.0	–
<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Muller, 1780) Stiles et Hassal, 1905	33.0	–
<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	–	33.3
<i>Cystidicola farionis</i> Fisher, 1798****	33.0	6.6
<i>Raphidascaris acus</i> (Bloch, 1779) larva	–	26.6
<i>Raphidascaris</i> sp.	47.0	–
<i>Salmincola extensus</i> (Kessler, 1868)*****	7.0	–
<i>Salmincola</i> sp.	–	33.3
<i>Glochidium</i> sp.	–	6.6

Примечание. **Discocotyle sagittatum* в [4]; ** *Phyllodistomum conostomum* в [4]; ****Tetracotyle coregoni* в [4]; *****Cystidicola impar* в [4]; ******Achtheres extensus* в [4]

Заключение

Паразитофауна сига в низовьях р. Енисей насчитывает 14 видов паразитов, омуля – 7 видов. Видами-доминантами в паразитофауне сига являются трематоды р. *Ichthyocotylurus*, цестоды *C. truncatus* и скребни *E. salmonis*. В паразитофауне омуля доминируют цестоды р. *Diphillobothrium* и скребни *E. salmonis*.

Паразитофауна исследованных видов рыб обладает малым сходством. Причиной могут быть как различия в спектре питания, так и в местах нагула. Однако у обоих видов хозяев одним из доминирующих видов паразитов являются скребни *E. salmonis*, чей жизненный цикл связан с бокоплавами.

По сравнению с данными, собранными в 1941 г., значительно изменился состав паразитофауны омуля. Не зарегистрированы паразиты 3 родов (трематода *I. erraticus*, нематоды *P. sibirica* и *Raphidascaris* sp.). Эти виды паразитов связаны жизненным циклом с разными промежуточными хозяевами: *I. erraticus* – с брюхоногими моллюсками, *P. sibirica* – с копеподами, *Raphidascaris* sp. – с рядом планктонных и бентосных организмов. В 2019 г. появились новые паразиты 2 родов: скребни *Neoechinorhynchus* sp., возможно, связанные с остракодами, и миксоспоридии *C. coregoni*. Стабильное «ядро» паразитофауны омуля состоит из доминирующих видов р. *Diphillobothrium*, скребней *E. salmonis*, а также имеющего невысокую экстенсивность инвазии (от 6,7 до 20% в разных исследованиях), но постоянно встречающегося скребня *C. strumosum*. Состав доминирующих видов паразитов не изменился.

Состав паразитофауны сига более стабилен. В 2019 г. отсутствовал только *E. truttae*, отмеченный в исследовании 1941 г. Появились новые виды паразитов, относящиеся к 4 родам: миксоспоридии *C. coregoni*, цестоды *D. ditremum*, трематоды *Diplostomum* sp. и глохидии. Виды паразитов из 9 родов встречались и в 1941 и в 2019 гг. Произошла смена одного из трех доминирующих видов паразитов: в 1941 г. высокие значения экстенсивности инвазии отмечались для

I. erraticus, *E. salmonis* и *Raphidascaris* sp. В 2019 г. трематоды р. *Ichthyocotylurus* сохранили высокие величины экстенсивности инвазии, несколько возросла зараженность рыб *E. salmonis*, а зараженность хозяев нематодами р. *Raphidascaris* понизилась. Место третьего доминирующего вида в паразитофауне сига заняли цестоды *C. truncatus*.

У сига и омуля в 2019 г. зарегистрированы не отмеченные в исследовании 1941 г. миксоспоридии *C. coregoni*.

Автор искренне признателен за помощь в сборе материала сотрудникам Красноярского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ»): к.б.н. Ю. К. Чугуновой, Д. А. Криволицкому, А. В. Клундуку и Н. О. Яблокову.

Список литературы

1. Гайдин С.Т., Бурмакина Г.А. История развития рыбного промысла в низовьях Енисея в досоветский период (1822–1917 гг.) // Вестник КрасГАУ. 2012. № 4. С. 242–249.
2. Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Красноярского края и Республики Хакасия, за исключением внутренних морских вод, на 2021 год (с оценкой воздействия на окружающую среду). Красноярск, 2020. 255 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Ангаро-Енисейский район. Енисей. Л.: Гидрометеиздат, 1967. Т. 16. Вып. 1. 823 с.
4. Бауер О. Н. Паразиты рыб реки Енисей // Известия ВНИИОРХ. 1948. Т. 27. С. 97–173.
5. Спасский А. А., Ройтман В. А. Фауна трематод, цестод и скребней рыб верховьев Енисея // Вопросы ихтиологии. 1960. № 15. С. 183–193.
6. Соусь С. М., Головки В. И., Головки Г. И. Материалы к познанию паразитов рыб р. Турухан // Болезни и паразиты рыб Ледовитоморской провинции (в пределах СССР) : тез. докл. Тюмень, 1971. С. 62–63.
7. Ходакова В. И., Козминская И. Ф. О распространении личинок дифиллоботриид в рыбах северных районов Красноярского края // Болезни и паразиты рыб Ледовитоморской провинции (в пределах СССР) : тез. докл. Тюмень, 1971. С. 78–80.
8. Рудковский А. И., Бурякова Т. А. Новые очаги дифиллоботриозов в водоемах Таймыра // Вопросы экологии традиционного природопользования на Крайнем Севере : сб. науч. тр. Новосибирск, 2002. С. 258–264.
9. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
10. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Наука, 1959. 164 с.
11. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
12. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1. Паразитические простейшие. Л.: Наука, 1984. 431 с.
13. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Паразитические многоклеточные (1-я часть). Л.: Наука, 1985. 425 с.
14. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (2-я часть). Л.: Наука, 1987. 583 с.

15. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Простейшие. СПб: Зоологический ин-т РАН, 2001. 242 с.
16. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Книдарии, моногенеи, цестоды. СПб: Тр. Зоологического ин-та РАН, 2002. Т. 297. 248 с.
17. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды. СПб: Тр. Зоологического ин-та РАН, 2003. Т. 298. 224 с.
18. Пугачев О. Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Нематоды, скребни, пиявки, моллюски, ракообразные, клещи. СПб: Тр. Зоологического ин-та РАН, 2004. Т. 304. 250 с.
19. Rozsa L., Reiczigel J., Majoros G. Quantifying parasites in samples of hosts // *Journal of Parasitology*. 2000. № 86. P. 228–232.
20. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
21. Вышегородцев А. А., Заделенов В. А. Промысловые рыбы Енисея. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. 303 с.
22. Кравцова В. И., Вахнина О. В., Чалова Е. Р. Методические проблемы изучения подводного рельефа в дельте реки по космическим снимкам (на примере картографирования отмелей дельты Енисея) // *Водные ресурсы*. 2021. Т. 48. № 4. С. 378–389.
23. Рудковский А. И. Гельминтозоозы омуля и корюшки в низовьях Енисея // *Сб. науч. тр. «Биологические ресурсы Крайнего Севера: изучение и использование»*. СПб.: ГУАП. 2009. С. 100–110.

References

1. Gaydin S.T., Burmakina G.A. The history of the development of fishing in the lower reaches of the Yenisei river in the pre-Soviet period (1822-1917). *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of KrasGAU]. 2012. No. 4. P. 242–249. (In Russ.)
2. *Materialy, obosnovyuyushchiye obshchiye dopustimyye ulovy vodnykh biologicheskikh resursov vo vnutrennikh vodakh Krasnoyarskogo kraya i Respubliki KHakasiya, za isklyucheniyem vnutrennikh morskikh vod, na 2021 god (s otsenkoy vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu)* [Materials substantiating the total allowable catches of aquatic biological resources in the inland waters of the Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia, with the exception of inland sea waters, for 2021 (with an environmental impact assessment)]. Krasnoyarsk [s.n.], 2020. 255 p. (In Russ.)
3. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Gidrologicheskaya izuchennost. Angara-Yeniseyskiy rayon. Yenisey* [Resources of surface waters of the USSR. Hydrological knowledge. Angara-Yenisei region. The Yenisei River]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1967. Vol. 16. No. 1. 823 p. (In Russ.)
4. Bauer O. N. Fish parasites of the Yenisei River. *Izvestiya VNIORKH* [Izvestiya VNIORKH]. 1948. Vol. 27. P. 97–173. (In Russ.)
5. Spasskiy A. A., Roytman V. A. Fauna of trematodes, cestodes, and acanthocephalans of fishes in the upper reaches of the Yenisei River. *Voprosy ikhtiologii* [Problems of ichthyology]. 1960. No. 15. P. 183–193. (In Russ.)
6. Sous S. M., Golovko V. I., Golovko G. I. Materials for the knowledge of fishes parasites The Turukhan River. *Bolezni i parazity ryb Ledovitomorskoy provintsii (v predelakh SSSR): tezisy dokladov* [Diseases and parasites of fish in the Arctic province (within the USSR)]. Tyumen [s.n.], 1971. P. 62–63. (In Russ.)

7. Khodakova V. I., Kozminskaya I. F. On the distribution of diphyllbothriid larvae in fishes of the northern regions of the Krasnoyarsk Territory. *Bolezni i parazity ryb Ledovitomorskoj provintsii (v predelakh SSSR) : tezisy dokladov* [Diseases and parasites of fish in the Arctic province (within the USSR)]. Tyumen [s.n.], 1971. P. 78–80. (In Russ.)
8. Rudkovskiy A. I., Buryakova T. A. New foci of diphyllbothriasis in Taimyr water bodies. *Voprosy ekologii traditsionnogo prirodopolzovaniya na Kraynem Severe : sb. nauch. tr.* [Ecology issues of traditional management of natural resources in the Russian High North]. Novosibirsk [s.n.], 2002. P. 258–264. (In Russ.)
9. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Fish Study Guide]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost Publ., 1966. 376 p. (In Russ.)
10. Chugunova N. I. *Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb* [A Guide to Studying the Age and Growth of Fish]. Moscow: Nauka Publ., 1959. 164 p. (In Russ.)
11. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. YE. *Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniyu* [Fish parasites. Study Guide]. Leningrad: Nauka Publ., 1985. 121 p. (In Russ.)
12. *Opredelitel parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR* [Keys to parasites of freshwater fishes of the fauna of the USSR]. In 3 vol. Of vol. 1. Paraziticheskiye prosteyskiye [Parasitic protozoa]. Leningrad: Nauka Publ., 1984. 431 p. (In Russ.)
13. *Opredelitel parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR* [Keys to parasites of freshwater fishes of the fauna of the USSR]. In 3 vol. Of vol. 2. Paraziticheskiye mnogokletochnyye (1-ya chast) [Parasitic multicellular (First part)]. Leningrad: Nauka Publ., 1985. 425 p. (In Russ.)
14. *Opredelitel parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR* [Keys to parasites of freshwater fishes of the fauna of the USSR]. In 3 vol. Of vol. 3. Paraziticheskiye mnogokletochnyye (2-ya chast) [Parasitic multicellular (Second part)]. Leningrad: Nauka Publ., 1987. 583 p. (In Russ.)
15. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnykh ryb Severnoy Azii. Prosteyskiye* [Catalog of parasites of freshwater fishes of North Asia. Protozoa]. St. Petersburg: ZIN RAN Press, 2001. 242 p. (In Russ.)
16. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnykh ryb Severnoy Azii. Knidarii, monogenei, tsestody* [Catalog of parasites of freshwater fishes of North Asia. Cnidaria, monogeneans, cestodes]. St. Petersburg: ZIN RAN Press, 2002. Vol. 297. 248 p. (In Russ.)
17. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnykh ryb Severnoy Azii. Trematody* [Catalog of parasites of freshwater fishes of North Asia. Trematodes]. St. Petersburg: ZIN RAN Press, 2003. Vol. 298. 224 p. (In Russ.)
18. Pugachev O. N. *Katalog parazitov presnovodnykh ryb Severnoy Azii. Nematody, skrebni, piyavki, mollyuski, rakoobraznyye, kleshchi* [Catalog of parasites of freshwater fishes of North Asia. Nematodes, acanthocephalans, suctorial annelids, mollusks, crustaceans, acarian]. St. Petersburg: ZIN RAN Press: 2004. Vol. 304. 250 p. (In Russ.)
19. Rozsa, L., Reiczigel, J., Majoros, G. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*. 2000. No. 86. P. 228–232.
20. Megarran E. *Ekologicheskoye raznoobraziye i yego izmereniye* [Ecological diversity and its measurement]. Moscow, Mir Publ., 1992. 184 p. (In Russ.)
21. Vyshegorodtsev A. A., Zadelenov V. A. *Promyslovyye ryby YEniseya* [Commercial fish of the Yenisei River]. Krasnoyarsk: Siberian federal university Press, 2013. 303 p. (In Russ.)
22. Kravtsova V. I., Vakhnina O. V., Chalova Ye. R. Methodological problems of studying the underwater relief in the river delta from space images (on the example of mapping the shallows of the Yenisei River delta). *Vodnyye resursy* [Water Resources]. 2021. Vol. 48. No. 4. P. 378–389. (In Russ.)

23. Rudkovskiy A. I. Helminthiasis of arctic cisco and smelt in the lower reaches of the Yenisei River. *Biologicheskiye resursy Kraynego Severa: izucheniye i ispolzovaniye : sb. nauch. tr.* [Biological resources of the Arctic: study and use]. St. Petersburg, GUAP Publ., 2009. P. 100–110. (In Russ.)

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКЗОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ДОЛИНЫ РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА (В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ) И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

*ENGINEERING-GEOMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF EXODYNAMIC
REGIMES OF THE WESTERN DVINA RIVER VALLEY (WITHIN THE REPUBLIC
OF BELARUS) AND SURROUNDING AREAS*

Т. А. Мележ

T. A. Melezh

В статье приведена оценка процессов, определяющих экзодинамические режимы речной долины Западной Двины и прилегающих территорий: процессы, протекающие в пределах речной поймы, процессы, протекающие в пределах надпойменных террас, на бортах и прилегающих плакорах и техногенные процессы. Проведено районирование речной долины Западной Двины и прилегающих территорий по условиям инженерного освоения на основании особенностей экзодинамических режимов.

The article provides an assessment of the processes that determine the exodynamic regimes of the river valley of the Western Dvina and adjacent territories: processes occurring within the river floodplain, processes occurring within the floodplain terraces, on the sides and adjacent plakors, and technogenic processes. The zoning of the river valley of the Western Dvina and adjacent territories was carried out according to the conditions of engineering development based on the features of exodynamic regimes.

Ключевые слова: *Западная Двина, речная долина, экзодинамические процессы.*

Keywords: *Western Dvina, river valley, exodynamic processes.*

Введение

Проявление и развитие современных инженерно-геоморфологических процессов характерно для крупных речных долин Беларуси. Зарождение и формирование речных долин обусловлено эндогенными процессами. Однако часто влияние современных вертикальных движений земной коры осложняется действием экзогенных процессов. Высокий темп развития экзогенеза способствует интенсивной трансформации рельефа, которая может иметь различные эколого-геоморфологические последствия для функционирования

разноранговых природно-хозяйственных систем, условий жизни и деятельности человека.

Территория Беларуси расположена в пределах древней Восточно-Европейской платформы, характеризуется относительно выположенным рельефом, но здесь довольно разнообразно проявляются современные инженерно-геоморфологические процессы, которые по основному источнику энергии подразделяются на экзогенные, эндогенные и техногенные.

Все многообразие процессов, протекающих в пределах речных долин, ранжировано следующим образом:

Первый ранг объединяет природные процессы и включает два класса донно-эрозионно-аккумулятивных и береговых эрозионно-аккумулятивных процессов.

Донно-эрозионные процессы прямого, непосредственного воздействия на инженерные объекты не оказывают, но значительно влияют на активизацию оползневых, обвальных, осыпных процессов. Все равнинные реки характеризуются режимом преобладания донной аккумуляции (накопления отложений).

Класс береговых эрозионно-аккумулятивных процессов объединяет пять групп и 13 типов [1]:

1-я группа – флювиальная (процессы, связанные с деятельностью постоянных и временных водных потоков), типы процессов: плоскостная эрозия и аккумуляция, эрозия и аккумуляция временных и постоянных водных потоков, размыв берегов и формирование аккумулятивной поймы;

2-я группа – гидрогеологическая (процессы, связанные с деятельностью подземных вод), типы: суффозионно-карстовый и подтопление;

3-я группа – гравитационная (процессы, связанные с трансформацией дневной поверхности под действие силы тяжести), типы: обвально-осыпной, оползневой и крип;

4-я группа – эоловая (процессы формирования рельефа под действие ветра), типы: дефляция и аккумуляция;

5-я группа – биогенная (процессы, связанные с накоплением и аккумуляцией органического вещества), типы: заболачивание и торфонакопление.

Второй ранг объединяет техногенные процессы. Здесь можно выделить два их класса [1]:

Класс собственно-техногенных процессов. В данном случае человек выступает как непосредственный рельефообразующий фактор, создавая отрицательные (карьеры, котлованы, выемки и прочее) и положительные (терриконы, насыпи, отвалы, дамбы) формы рельефа.

Класс техногенно-природных процессов, формирующихся или активизирующихся под влиянием деятельности человека (вырубка лесов, строительство автомобильных и железных дорог, продуктопроводов, нефте- и газопроводов, инженерное освоение территории, распашка склонов и прочее).

В зависимости от видов воздействия человека на природную среду выделяются следующие основные группы техногенно-природных процессов:

1. Процессы, вызванные промышленно-гражданским строительством.
2. Процессы, вызванные гидротехническим строительством.
3. Процессы, вызванные строительством автомобильных и железных дорог.
4. Процессы, вызванные разработкой полезных ископаемых.
5. Процессы, обусловленные сельскохозяйственной деятельностью.
6. Процессы, обусловленные вырубкой лесов.

Интенсивность проявления инженерно-геоморфологических процессов неоднородна в пределах речных долин. Различные виды проявления современной геодинамики взаимодействуют между собой, в результате чего их скорости на отдельных участках могут достигать значений, при которых наносится существенный экономический ущерб, ухудшается геоэкологическая обстановка и могут проявляться нарушения геологической среды.

Растущий интерес к оценке динамики речных долин обусловлен интенсивным освоением прибрежных земель, повышением их ценности, стремлением вовлечь в хозяйственное использование из-за увеличивающегося дефицита свободных земель неудобные для этого территории, возрастающим объемом гидротехнических мероприятий, усилением внимания к охране и рациональному использованию природной среды.

Морфогенетические типы русла и своеобразие развития русловых процессов во многом определяют особенности освоения речных долин и развитие современных геоморфологических процессов.

Цель работы: инженерно-геоморфологическая оценка экзодинамических режимов долины р. Западная Двина (в пределах Республики Беларусь) и прилегающих территорий, выделение типов территорий с целью их инженерного освоения.

Материал и методы

Исследования включали полевые маршруты (визуальное и приборное наблюдение за изменениями объекта исследования), анализ топографических карт и разновременных космо- и аэрофотоснимков в процессе камеральных работ.

Проведение геоморфологической типизации проводилось путем сопоставления морфологических, морфометрических и динамических параметров крупных речных долин и геоморфологических особенностей отдельных участков долины Западной Двины. Фактическим материалом служили фондовые картографические и иные материалы Института природопользования НАН Беларуси и Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института, литературные источники. Автором использовались опубликованные карты – геоморфологическая, тектоническая, дочетвертичных и четвертичных отложений. С целью районирования речных долин по характеру экзодинамических режимов автором применен морфодинамический метод,

поспособствовавший изучению динамики современных инженерно-геоморфологических процессов и изменений, которые они производят в рельефе. По количественным (морфометрическим) показателям, таким как густота, глубина и плотность овражно-балочной сети, сделаны выводы о площади и глубине пораженности территорий овражно-балочной сетью, а также направленности и интенсивности процессов эрозии; количественные значения ширины пояса меандрирования и коэффициента меандрирования позволили судить о скорости размыва берегов и накопления аллювиального материала и прочее.

Результаты и обсуждение

Западная Двина берет свое начало из оз. Корякино на Валдайской возвышенности. На территорию Беларуси приходится среднее течение реки, протяженность выработанной долины составляет примерно 328 км, площадь водосборного бассейна – 33.2 тыс. км², густота эрозионной сети – 0.45 км/км² и средний уклон русла – 0.18 ‰.

Западная Двина имеет трапециевидную, а местами каньонообразную долину шириной 2–3 км, местами до 12 км и глубиной вреза 20–50 м, мощность аллювия изменяется от 0.5 до 15 м. В строении долины выделяются два пойменных уровня на высотах 1–3 и 3.5–5 м и две цикловые эрозионно-аккумулятивные террасы с превышением над урезом воды 7–15 м (первая надпойменная терраса) и 9–25 м (вторая надпойменная терраса). Кроме цикловых террас, выделяются локальные надпойменные террасы в местах прорыва вод ледниково-озерных бассейнов. Ширина поймы обычно до 300–500 м. Русло р. Западная Двина шириной 120–300 м, характеризуется большим количеством песчаных островов, перекаатов и порогов. Берега высотой 10–40 м.

Особенности морфологии речной долины и развитие русловых деформаций Западной Двины определяются историей развития, геологическим строением и тектоническим режимом, рельефом и гидрографией водосборного бассейна. Значительную роль играют современные субаквальные геоморфологические процессы, протекающие в прибортовой части речной долины.

Процессы, определяющие экзодинамические режимы речной долины и прилегающих территорий можно разделить на три группы:

- 1 – процессы, протекающие в пределах речной поймы;
- 2 – процессы, протекающие в пределах надпойменных террас, на бортах и прилегающих плакорах;
- 3 – техногенные процессы.

Процессы, протекающие в пределах речной поймы. В пределах поймы Западной Двины протекают субаквальные эрозионно-аккумулятивные процессы, несмотря на ее незначительную ширину. К ним относятся русловые деформации, определяющие облик русла и поймы. Для Западной Двины характерны следующие типы русловых деформаций:

1. Побочневый: транспорт донных наносов осуществляется в виде сползания крупных гряд с перекошенным в плане положением их гребней; в меженный период они обсыхают, образуя побочни, расположенные вдоль по реке в шахматном порядке. Такой режим движения наносов возникает как в условиях ухудшения условий транспорта наносов, так и при естественном или искусственном ограничении плановых деформаций реки.

2. Ленточно-рядовой: простейшая форма транспорта наносов, осуществляющаяся путем сползания по руслу одиночных ленточных гряд; общие очертания русла – прямолинейные или слабоизвилистые. Отсутствие распластанности русла свидетельствует о соответствии расходов наносов и воды определенному уклону реки.

3. Осередковый: во время паводка по широкому распластанному руслу перемещаются вниз по течению системы крупных разобщенных гряд. Возвышенные части гряд в течение меженного периода обсыхают и превращаются в осередки, между которыми располагаются извилистые потоки. Обсохшие части прибреговых гряд образуют побочни, которые размещаются беспорядочно.

4. Русловая многорукавность: образуется в случае, когда осередки превращаются в острова характерной каплевидной формы, которые закрепляются растительностью и становятся со временем неподвижными, а русло при этом разбивается на много рукавов.

Среди субаральных эрозионно-аккумулятивных процессов выделяются золотые (аккумуляция и дефляция) и биогенные (заболачивание и торфонакопление). При высоком подъеме уровня воды во время половодья может фиксироваться подтопление.

Процессы, протекающие в пределах надпойменных террас, на бортах и прилегающих плакорах представлены следующими группами:

1-я группа – флювиальная (процессы, связанные с деятельностью постоянных и временных водных потоков), типы процессов: плоскостная эрозия и аккумуляция, эрозия и аккумуляция временных и постоянных водных потоков, размыв берегов и формирование аккумулятивной поймы.

Плоскостная и линейная эрозия в основном развивается на ледниковых возвышенностях (Витебская, Браславская, Городокская, Освейская и др.), имеющих высокий эрозионный потенциал и активно используемых в сельском хозяйстве, на крутых склонах речных долин, на склонах массивных холмов и гряд, иногда осложненных более мелкими положительными формами, на крутых склонах речных долин. Так, в пределах Оршанской возвышенности максимальные величины смыва могут достигать 8.8 мм в год. По водно-эрозионному районированию Беларуси [2, 3] речная долина Западной Двины относится к Нарочано-Западно-Двинской области, которая объединяет шесть районов, каждый из которых характеризуется определенными инженерно-геологическими условиями, степенью развития и интенсивности проявления инженерно-геоморфологических процессов (рис. 1):

1. Освейско-Дрисский район (линейная эрозия, заболачивание, техногенная денудация).
2. Браславский (линейная эрозия, крип).
3. Дисненский (линейная эрозия, заболачивание).
4. Полота-Ушачский (эоловые процессы: аккумуляция и дефляция, техногенная денудация).
5. Лучоса-Обольский (гравитационные процессы: обвалы, осыпи, оползни, крип, сильный делювиальный снос, заболачивание).
6. Витебско-Городокский район (линейная эрозия, крип, делювиальный снос от слабого до сильного, заболачивание; эоловые процессы).

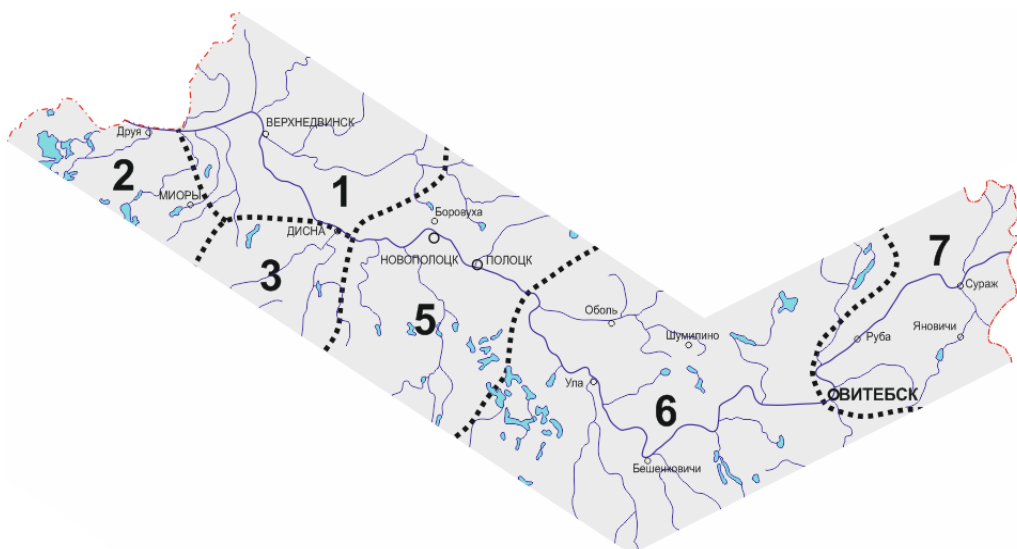


Рис. 1. Схема водно-эрозионного районирования долины р. Западная Двина (составлено по [2]).

Районы: 1 – Освейско-Дрисский; 2 – Браславский; 3 – Дисненский; 5 – Полота-Ушачский; 6 – Лучоса-Обольский; 7 – Витебско-Городокский.

Интенсивность плоскостной эрозии в пределах Полоцкой озерно-ледниковой низины, Лучосской озерно-ледниковой равнины и на других участках, характеризующихся волнистым, пологоволнистым рельефом, в среднем составляет 0.12 мм в год, в экстремальных случаях эти значения могут возрастать до 0.4, 0.2, 0.15 мм в год. Территории, приуроченные к Витебской краевой ледниковой возвышенности, характеризуются высокими показателями плоскостного смыва: от 3.2 до 4.0 мм в год, но при продолжительных ливневых осадках значение может возрастать до 6–8 мм в год, также это связано с максимальной хозяйственной освоенностью территории.

Линейная эрозия развивается в пределах возвышенностей и гряд – Витебской, Оршанской, Городокской и др. Формы линейной эрозии представлены балками и оврагами, которые большей частью задернованы и залесены. Густота эрозионной

сети в среднем составляет 0.49 км/км^2 , плотность – $8\text{--}10 \text{ ед/10 км}^2$, глубина вреза – $12\text{--}14 \text{ м}$. Преобладают балки с линейным типом водосбора, невысокими бортами, расчлененными короткими, в основном закрепленными оврагами. В пределах Суражской озерно-ледниковой равнины, частично Полоцкой озерно-ледниковой низины густота эрозионной сети в среднем составляет 0.5 км/км^2 , плотность $15\text{--}25 \text{ ед/10 км}^2$, глубина вреза – $10\text{--}15 \text{ м}$. Активные овраги приурочены к районам интенсивного освоения (см. таблицу).

Таблица

Средние значения характеристик факторов развития и интенсивности водно-эрозионных процессов в долине Западной Двины (по [2])

Характеристика	Район (по рис. 1)					
	1	2	3	5	6	7
Длины водотоков, км	31.5	37.3	36.4	38,0	40.2	40.7
ДНС покровных отложений, м/с	0.6	0.5	0.8	0.5	0.7	0.6
Вертикальное расчленение, м/км ²	9.6	10.4	6.0	9.6	9.4	16.8
Горизонтальное расчленение, км/км ²	0.9	0.7	0.6	0.8	0.7	0.9
Уклоны, град.	4.1	3.9	1.8	3.8	3.7	5.0
Длина склонов, км	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
Лесистость, %	50.2	30.8	32.7	60.0	38.9	50.7
Площадь бассейна, км ²	116.7	173.1	108.4	135.6	162.3	179.6
Слой стока весеннего половодья, мм	106.0	100.8	100.3	101.0	96.3	107.9
Пашня, %	25.9	31.9	34.2	16.6	27.0	23.3
Слой поверхностного стока, мм	78.8	88.8	91.1	78.8	81.7	84.1
Величина смыва в весенний период, мм	0.69	0.96	0.42	0.6	0.84	1.76
Величина смыва в летнее-осенний период, мм	0.12	0.1	0.07	0.14	0.08	0.5
Величина смыва в год, мм	0.82	1.06	0.49	0.75	0.92	2.26
Плотность форм линейной эрозии, ед/10 км ²	16.5	6.8	0.0	1.1	1.6	11.2
Площадь, занятая оврагами, %	18.8	1.9	0.0	0.9	1.4	11.9
Активные овраги, % от общего числа	17.8	5.0	0.0	3.5	1.1	2.7

В связи со сложившимися природно-хозяйственными условиями и пространственной дифференциацией форм линейной эрозии, по потенциальным возможностям развития линейной эрозии территория Беларуси делится на три класса земель, в частности в пределах речной долины Западной Двины выделяются два класса земель – второй и третий [2].

II класс земель имеет низкий и средний потенциал развития современной линейной эрозии. К этому классу относятся краевые ледниковые возвышенности Поозерья (рис. 2). Здесь редко встречаются значительные овражно-балочные системы. Характерны слабо развивающиеся овраги и закрепленные балки длиной до 3 км. Многие эрозионные формы наследуют древние ложбины стока талых вод, лощины. Сейчас, в результате отмирания верховьев малых рек, идет процесс их унаследования вторичными эрозионными формами. Плотность эрозионных форм

здесь составляет в среднем 0.1–2.0, реже до 3 ед/км², густота эрозионной сети 0.4–0.6 км/км², плотность активных оврагов 1 ед/км², иногда до 2 [2, 4]. Средние скорости линейного роста оврагов 0.1–0.9 м/год [2]. Эти территории менее подвержены хозяйственной деятельности человека, особенно Поозерье. Однако там, где идет интенсивное освоение земель, опасность развития линейной эрозии резко возрастает.

III класс (рис. 2) земель характеризуется отсутствием потенциала развития современной линейной эрозии. Он включает незначительные площади: низинные и равнинные участки на северо-востоке, в пределах Бешенковичского и Шумилинского районов, а также локально в юго-западной части. Отсутствие форм линейной эрозии связано с выположенностью рельефа. Лишь на незначительных участках в прибортовых частях речных долин и на террасах могут возникать небольшие промоины и овраги, которые, однако, довольно быстро прекращают свое развитие и зарастают.

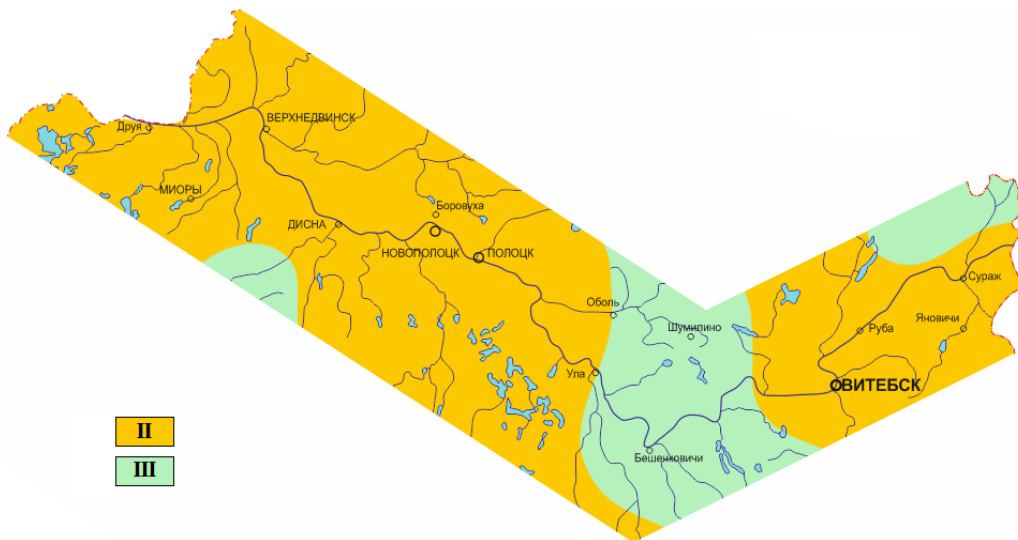


Рис. 2. Схема оценки потенциала развития форм линейной эрозии долины реки Западная Двина (по [2]).

II – класс низкого и среднего потенциала развития современной линейной эрозии;

III – класс отсутствия потенциала развития современной линейной эрозии.

2-я группа – гидрогеологическая (процессы, связанные с деятельностью подземных вод), типы: суффозионно-карстовый и подтопление. В пределах изучаемого района на урбанизированных территориях широко развита техногенная суффозия. Главной причиной развития являются утечки из водонесущих коммуникаций (особенно теплопроводных и/или имеющих большой износ). Суффозия отмечается также в пределах засыпанных больших оврагов, поскольку они продолжают служить, правда, в меньшей мере естественными дренами. Благоприятные условия для развития суффозионных процессов

складываются в пределах Оршанской возвышенности, где встречаются покровы лессовидных образований, плотность суффозионных западин здесь составляет менее 10 шт/км² [3, 4]. Довольно часто суффозионные процессы бывают приурочены к отдельным гидротехническим сооружениям (дамбам, плотинам, мелиоративным каналам и т. д.), береговым зонам водохранилищ, бортам карьеров по добыче полезных ископаемых, промышленным предприятиям и объектам энергетики, а также транспортным магистралям. Согласно Г. А. Колпашникову [7], на территории Беларуси выделяются три карстовых района. Долина Западной Двины и прилегающие территории относятся к третьему району, который охватывает север и северо-восток Беларуси и в структурно-тектоническом плане приурочен к Латвийской седловине и северной части Оршанской впадины. Проявления карста в этом районе связаны с неглубоким залеганием верхнедевонских доломитов и известняков (н.п. Руба).

Подтопление – любое повышение влажности грунтов или уровня грунтовых вод выше некоторой критической величины, при которой отсутствуют необходимые условия для инженерно-хозяйственного освоения как отдельных площадок, так и территории в целом. Подтопление приводит к созданию постоянных или временных, с достаточно длительным сроком существования, водоносных горизонтов [6]. Такие инженерно-гидрогеологические горизонты, наряду со спорадическим обводнением, получили развитие во многих городах и поселках городского типа района изучения, так, в Витебске подтопленной может считаться практически вся территория города, за исключением сильно расчлененных и хорошо дренированных участков. Согласно типизации территории Беларуси по геологической опасности подтопления, проведенной Е. Ю. Трацевской [8], значительная часть долины Западной Двины и прилегающих территорий относится к территории подтапливаемой только при наличии техногенных факторов (второй тип территорий), здесь подтапливаемые территории в геоморфологическом отношении приурочены к долинам рек, низинам и равнинам, сложенным лессовидными, песчано-глинистыми аллювиальными, флювиогляциальными, ледниково-озерными и озерно-болотными отложениями. Территории характеризуются низкой естественной дренированностью – расчлененность рельефа составляет 1–2 до 5–10 м/км², возрастает в долинных участках до 10–20, иногда 40–50 м/км², уровни грунтовых вод здесь залегают на глубинах 2–10 м. Естественные уровни грунтовых вод находятся в критическом состоянии. При дополнительном техногенном питании существующий уровень грунтовых вод способен повышаться, на линзах слабопроницаемых грунтов может формироваться техногенная верховодка, что обусловит переход территорий в подтопленное состояние. Районы Суражской озерно-ледниковой равнины, Витебской краевой ледниковой возвышенности и Браславской краевой ледниковой возвышенности относятся к первому типу территорий (глубина расчленения рельефа колеблется от 10–15 до 20 м/км²) – территории неподтапливаемые или трудно подтапливаемые. Эти территории

сложены моренными и конечно-моренными отложениями, в которых, как правило, не образуются водоносные горизонты и комплексы, в связи с чем они не представляют особой опасности с точки зрения подтопления. На этих территориях в моренных толщах могут формироваться воды спорадического распространения.

3-я группа – гравитационная (процессы, связанные с трансформацией дневной поверхности под действие силы тяжести), типы: обвально-осыпной, оползневой и крип. Проявление процессов данной группы характерно для крутых высоких склонов долины, где фиксируются обвально-осыпные, оползневые явления, а также крип [3, 4]. В пределах исследуемой территории крутизна склонов изменяется в широком диапазоне. Для Полоцкой низины их значения составляют 0.5–1.0°, для Браславской гряды – 5–7°, для Городокской возвышенности – 3–4°, максимальные значения отмечаются на Витебской возвышенности – до 7° [2]. В пределах возвышенностей склоновые пространства могут занимать до 80 % площади. Наблюдения на различных оползневых участках свидетельствуют о тесной связи периодов интенсивных и повсеместных оползневых подвижек на склонах и откосах с периодами обильных и продолжительных дождей, интенсивного таяния снега, высокого стояния уровня воды в водоемах, а также с разнообразными формами проявления подземных вод. Данное обстоятельство указывает на несомненную причинную связь образования оползней с изменением физического состояния и свойств пород при их увлажнении. При этом необходимо особо отметить, что образование оползней часто связано не со степенью увлажнения, не с количеством поступившей влаги в породу, а с самим фактом увлажнения. Нередко даже незначительное увлажнение пород, их смачивание по поверхности или в зоне ослабления резко снижает сопротивление их сдвигу и является причиной нарушения устойчивости склона. На высоких склонах долины Западной Двины широко распространены оползни срезания, для которых характерна большая глубина захвата пород склона, отмечаются они также на холмах, возвышенностях и крупных оврагах. Также на склонах долины встречаются оползни выдавливания: образуются в результате скола, отседания и смещения крупных блоков плотных однородных или слоистых пород вследствие вязкопластического течения подстилающего относительно слабого пласта и его выдавливания под весом перекрывающей толщи. Оползні-потоки: возникают при увлажнении их образующих пород дождевыми, снеговыми, подземными или хозяйственными водами, в результате чего, из-за снижения прочности, обломочно-глинистые массы начинают под действием силы тяжести двигаться как вязкопластическое тело по заранее подготовленным или сформированным в процессе смещения поверхностям.

4-я группа – эоловая (процессы формирования рельефа под действие ветра), типы: дефляция и аккумуляция [3, 4]. Интенсивные эоловые процессы при определенных условиях могут способствовать формированию обвалов и осыпей на крутых склонах речных долин, так как сильные ветры выдувают песчаный материал со склоновой поверхности, в результате чего образуются своеобразные

ниши, а впоследствии – обвалы и осыпи. Согласно карте дефляционной опасности земель Беларуси [9], территория изучения относится к районам со средней и слабой дефляционной опасностью, здесь распространены автоморфные почвы супесчаного механического состава с близким залеганием суглинков и полугидроморфные связнопесчаные почвы и автоморфные почвы рыхлосупесчаного и связнопесчаного механического состава, соответственно. Крупные площади эоловых отложений отмечаются на террасах Западной Двины. Простираение эоловых массивов и гряд также разнообразно, так вытянутость эоловых форм рельефа Полоцкой низины свидетельствует о преобладании западных ветров.

5-я группа – биогенная (процессы, связанные с накоплением и аккумуляцией органического вещества), типы: заболачивание и торфонакопление [3, 4]. Заболоченные участки приурочены в основном к пойменным террасам, выровненным водоразделам, основаниям пологих склонов, понижениям надпойменных террас. Крупнейшие болотные массивы: «Лировко», «Бузаны», «Глухое», «Поомрское», «Мишковское», «Гладанский Мох», «Думинский Мох».

6-я группа – криогенная (процессы, возникающие в грунтовых массивах в результате охлаждения их до отрицательных температур, замерзания и оттаивания, а также при нагревании мерзлых грунтов до положительных температур, они протекают как в многолетней криолитозоне, так и в зоне развития сезонномерзлых горных пород). В условиях территории изучения развитие криогенных процессов обусловлено широким распространением слоя сезонного промерзания–протаивания. Здесь они представлены процессами, вызванными снижением температур и промерзанием грунтов, и процессами, вызванными повышением температур и протаиванием грунтов. Достаточно широко развито морозное пучение. Происходит оно за счет объемных деформаций глинистых, пылеватых мелкопесчаных грунтов при их замерзании (объем грунта увеличивается на 10–20 %) и проявляется, преимущественно, в виде деформаций асфальтового покрытия, а также зданий и сооружений. Большое влияние на глубину промерзания грунтов оказывает их состав. Согласно схеме районирования Беларуси по глубине промерзания грунтов [10], территория изучения относится к III району, Северо–Восточному. Последний характеризуется следующими параметрами – средняя многолетняя глубина промерзания грунтов 60–75 см, сумма градусодней 1000–1300. В пределах района исследования, как и на всей территории страны, широкое распространение имеет морозное пучение – это увеличение объема влажных дисперсных грунтов (в т.ч. почв) при промерзании, сопровождаемое разуплотнением слагаемых их минеральных частиц. По условиям пучинообразования на территории Беларуси И. И. Леоновичем и Н. П. Вырко [6] выделены четыре зоны. Речная долина Западной Двины и прилегающие территории относятся к 1-й зоне, т.е. Северо-Восточной. Она характеризуется продолжительной зимой около 120 суток, устойчивым снежным покровом, стоящим 100–120 дней. Оттепелей сравнительно мало.

Промерзание грунта начинается в конце октября–начале ноября, а оттаивание в конце марта–начале апреля. Средняя многолетняя отрицательная температура воздуха минус 7–8°C. Количество осадков примерно 600 мм. Пучение не относится к категории катастрофических инженерно-геологических процессов, однако его развитие на той или иной территории, может создавать аварийные ситуации и вызывать разрушение различных инженерных сооружений.

Техногенные процессы стали активно проявляться с начала прошлого столетия и развиты они повсеместно. К числу антропогенных форм рельефа относятся: техногенные – выемки, откосы, насыпи, дамбы, плотины, карьеры, шахты, терриконы; агрогенные – оросительные каналы, плотины, дамбы, пруды, площади осушения и орошения, террасированные склоны др. Интенсивное антропогенное воздействие на земную поверхность приводит к тому, что исчезают многие характерные формы рельефа.

По интенсивности техногенной преобразованности рельефа речная долина Западной Двины неоднородна, и максимальная величина преобразованности характерна для района Витебска, Полоцка, Новополоцка, Рубы, где интенсивность техногенной нагрузки более 1000 тыс. м³/км², здесь устойчивость рельефа к техногенным нагрузкам составляет 0–20 % [11, 12]. В пределах Шумилинской моренной равнины, Чашницкой водно-ледниковой низины и Лучосской озерно-ледниковой равнины величина интенсивности техногенной нагрузки составляет 40–50 тыс. м³/км² и значительная часть Полоцкой озерно-ледниковой равнины данный показатель варьирует от 10 до 20 тыс. м³/км² [11, 12].

Наибольшие и максимальные значения интенсивности техногенной нагрузки приурочены к крупным промышленным районам (Новополоцкий НПЗ, Витебский регион с его промышленными объектами), местам добычи полезных ископаемых (пески строительные: месторождения «Казулинское», «Быстровское», «Новобордиловское» и другие; глины: месторождения «Новая Жизнь», «Войтехи», «Журжовское 2-е» и другие; доломиты: месторождение «Руба»), объектам гидроэнергетики – «Витебская» ГЭС, «Полоцкая» ГЭС, также проектируется две ГЭС – Верхнедвинская и Бешенковичская.

По особенностям экзодинамических режимов по условиям инженерного освоения автором выделено три типа территорий, описанные ниже.

Неблагоприятные распространяются на пойму и высокие крутые и очень крутые склоны, где возможно развитие и проявление таких опасных процессов, как: подтопление, затопление, обвально-осыпные и оползневые процессы, крип, заболачивание, все они требуют дорогостоящих инженерно-геологических мероприятий для возможности использования этих земель под инженерно-хозяйственное освоение. Характеризуются крайне высокой степенью развития экстремальных геологических процессов.

Потенциально неблагоприятные могут проявляться в пределах первой надпойменной террасы. Здесь возможно развитие таких процессов, как плоскостная и линейная эрозия, дефляция, гравитационные и иные процессы.

Относительно благоприятные приурочены к 2-й надпойменной террасе, краевым ледниковым образованиям, озерно-ледниковым равнинам. Возможно проявление и развитие таких инженерно-геологических процессов, как плоскостная и линейная эрозия, эоловые процессы аккумуляции и дефляции, криогенные процессы (морозное пучение), и в целом характеризуются средней степенью развития экстремальных геологических процессов.

Заключение

Итак, проанализированы инженерно-геоморфологические процессы, способствующие формированию экзодинамических режимов. В пределах поймы протекают субквальные эрозионно-аккумулятивные процессы, к ним относятся русловые деформации, определяющие облик русла и поймы. Для Западной Двины характерны следующие типы русловых деформаций: побочный, ленточно-грядовый, осередковый, русловая многорукавность. Среди процессов, протекающих в пределах надпойменных террас, на бортах и прилегающих плакорах выделены следующие их группы: флювиальная (типы процессов: плоскостная эрозия и аккумуляция, эрозия и аккумуляция временных и постоянных водных потоков, размыв берегов и формирование аккумулятивной поймы), гидрогеологическая (типы: суффозионно-карстовый и подтопление), гравитационная (типы: обвально-осыпной, оползневой и крип), эоловая (типы: дефляция и аккумуляция), биогенная (типы: заболачивание и торфонакопление) и криогенная.

Техногенные процессы ведут к формированию антропогенных форм рельефа. Это техногенные формы (выемки, откосы, насыпи, дамбы, плотины, карьеры, шахты, терриконы), агрогенные (оросительные каналы, плотины, дамбы, пруды, площади осушения и орошения, террасированные склоны и др.). По интенсивности техногенной преобразованности рельефа речная долина Западной Двины неоднородна. Максимальная величина ее преобразованности характерна для урбанизированных и промышленных районов.

По особенностям экзодинамических режимов и по условиям инженерного освоения территорий автором выделено три их типа: неблагоприятные, потенциально неблагоприятные и относительно благоприятные.

Список литературы

1. Мележ Т. А. Ранжирование инженерно-геоморфологических процессов в пределах крупных речных долин Беларуси // Геология в развивающемся мире / отв. ред. Р. Р. Гильмутдинов. Пермь, 2017. Т. 2. С. 140–142.
2. Павловский А. И. Закономерности проявления эрозионных процессов на территории Беларуси. Минск: Навука і тэхніка, 1994. 102 с.
3. Современные геологические процессы: карта масштаба 1:3000000 // Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография, 2002. С. 50.
4. Экстремальные геологические процессы: карта масштаба 1:3000000 // Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография, 2002. С. 69.

5. Матвеев А. В., Гурский Б. Н. Рельеф Белоруссии. Минск: Университетское, 1988. 317 с.
6. Галкин А. Н. Инженерная геология Беларуси. Инженерная геодинамика Беларуси. Витебск: Изд-во Витебского гос. ун-та им. П. М. Машерова, 2017. 452 с.
7. Колпашников Г. А. Инженерная геология. Минск: УП «Технопринт», 2005. 126 с.
8. Трацевская Е. Ю. Закономерности формирования геологических опасностей Беларуси : монография. Гомель: Изд-во Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины, 2007. 173 с.
9. Современная динамика рельефа Белоруссии / под ред. Б. Н. Гурского, А. В. Матвеева. Минск: Навука і тэхніка, 1991. 102 с.
10. Леонович И. И. Глубина промерзания грунтов-важнейший фактор водно-теплового режима земляного полотна // Строительная наука и техника. 2011. № 5. С. 27–35.
11. Техногенная преобразованность рельефа: карта масштаба 1:3000000 / Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография, 2002. С. 70.
12. Устойчивость рельефа к техногенным нагрузкам: карта масштаба 1:3000000 // Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография, 2002. С. 70.

References

1. Melezh T. A. Ranking of engineering and geomorphological processes within large river valleys of Belarus. *Geologiya v razvivayushchensya mire* [Geology in the developing world]. Perm, 2017, pp. 140–142 (In Russ.)
2. Pavlovskij A. I. *Zakonomernosti proyavleniya erozionnyh processov na territorii Belarusi* [Patterns of erosion processes on the territory of Belarus]. Minsk, Nauka i tekhnika, 1994. 102 p. (In Russ.)
3. Modern geological processes: map of scale 1: 3000000. *Nacional'nyj atlas Respubliki Belarus'* [National atlas of the Republic of Belarus *Sovremennye geologicheskie processy: karta masshtaba 1:3000000*]. Minsk: Belkartografiya, 2002. 50 p. (In Russ.)
4. Extreme geological processes: map of scale 1: 3000000. *Nacional'nyj atlas Respubliki Belarus'* [National Atlas of the Republic of Belarus]. Minsk: Belkartografiya, 2002. 69 p. (In Russ.)
5. Matveev A. V., Gurskij B.N. *Rel'ef Belorussii* [Relief of Belarus]. Minsk: Universitetskoe, 1988. 317 p. (In Russ.)
6. Galkin A. N. *Inzhenernaya geologiya Belarusi. Inzhenernaya geodinamika Belarusi* [Engineering Geology of Belarus. Engineering Geodynamics of Belarus]. Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2017. 452 p. (In Russ.)
7. Kolpashnikov G. A. *Inzhenernaya geologiya* [Engineering Geology]. Minsk: UP «Tekhnoprint», 2005. 126 p. (In Russ.)
8. Tracevskaya E. Yu. *Zakonomernosti formirovaniya geologicheskikh opasnostej Belarusi : monografiya* [Regularities of the formation of geological hazards in Belarus: monograph]. Gomel': GGU im. F. Skoriny, 2007. 173 p. (In Russ.)
9. *Sovremennaya dinamika rel'efa Belorussii* [Modern dynamics of the relief of Belarus] / edit. B. N. Gurskoy, A. V. Matveev. Minsk: Navuka i tekhnika, 1991. 102 p. (In Russ.)
10. Leonovich I. I. The depth of soil freezing is the most important factor in the water-thermal regime of the roadbed. *Stroitel'naya nauka i tekhnika* [Building Science and Technology] 2011. No. 5. P. 27-35. (In Russ.)

11. Technogenic transformation of the terrain: map of scale 1: 3000000. *Nacional'nyj atlas Respubliki Belarus'* [National Atlas of the Republic of Belarus]. Minsk: Belkartografiya, 2002. P. 70. (In Russ.)
12. Terrain resistance to man-made loads: map of scale 1: 3000000. *Nacional'nyj atlas Respubliki Belarus'* [National Atlas of the Republic of Belarus]. Minsk: Belkartografiya, 2002. P. 70. (In Russ.)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОАГУЛАЗОНЕГАТИВНЫХ СТАФИЛОКОККОВ К РАЗЛИЧНЫМ АНТИСЕПТИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ ДИСКО-ДИФФУЗИОННЫМ МЕТОДОМ

*DETERMINATION OF THE SENSITIVITY OF COAGULAZE-NEGATIVE
STAPHYLOCOCCUS TO VARIOUS ANTISEPTIC AGENTS BY DISC-DIFFUSION
METHOD*

К. К. Тимофеева, М. О. Мирный

К. К. Timofeeva, M. O. Mirnyj

Научный руководитель:

А. М. Попова

В статье описано исследование чувствительности коагулазонегативных стафилококков к наиболее популярным в медицинской практике антисептическим средствам (перекись водорода, хлоргексидина биглюконат 0.05 %, бриллиантовый зеленый раствор спиртовой 1 %-й, этиловый спирт 95 %-й, раствор йода спиртовой 5 %-й, фукоцин) диско-диффузионным методом. Исследована чувствительность 43 образцов коагулазонегативных стафилококков, выделенных от 43 студентов. Приведен алгоритм проведения исследования. Наибольшее количество чувствительных образцов выявлено по отношению к 1 %-му спиртовому раствору бриллиантового зеленого – 100 % образцов. Наибольшие показатели диаметров зон задержки роста выявлены по отношению к перекиси водорода, наименьшие показатели выявлены в отношении фукоцина.

The article describes a study of the sensitivity of coagulase-negative Staphylococci to the most popular antiseptic agents in medical practice (hydrogen peroxide, chlorhexidine bigluconate 0.05%, brilliant green alcohol solution 1%, ethyl alcohol 95%, alcoholic iodine solution 5%, fucorcin) by the disk-diffusion method. The sensitivity of 43 samples of coagulase-negative Staphylococci isolated from 43 students was investigated. The research algorithm is presented. According to the results of the study, the largest number of sensitive samples was revealed in relation to 1% alcohol solution of brilliant green - 100% of the samples. The largest indices of the diameters of growth inhibition zones were revealed in relation to hydrogen peroxide, the smallest indices were revealed in relation to fucorcin.

Ключевые слова: коагулазонегативные стафилококки, антисептические средства, чувствительность.

Keywords: coagulase-negative staphylococci, antiseptic agents, sensitivity.

Введение

Стафилококки – грамположительные, неподвижные, сферические бактерии (кокки), располагающиеся в виде гроздьев винограда (рис. 1).

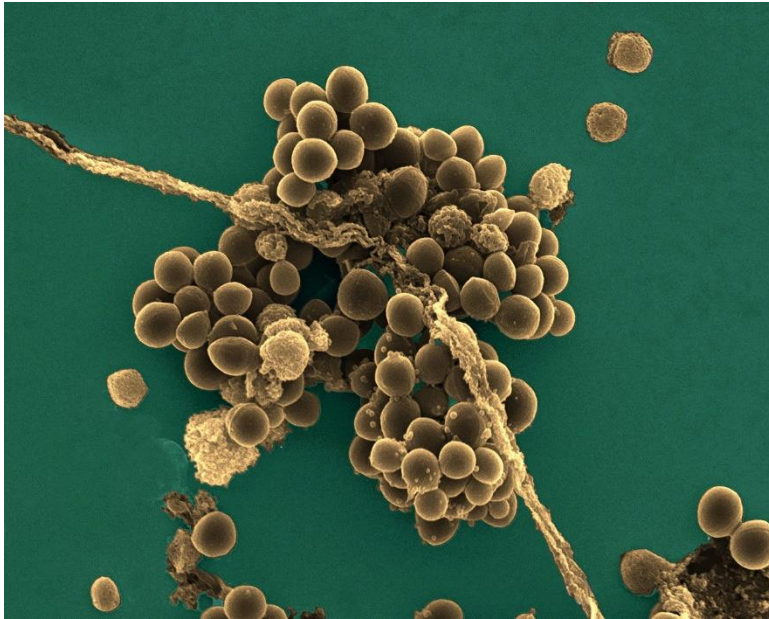


Рис. 1. Клетки золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus* Rosenbach 1884) под электронным микроскопом [1]

Одним из основных признаков патогенности всех стафилококков является их способность или неспособность коагулировать (сворачивать) плазму крови. Коагуляция плазмы крови обусловлена продукцией специального фермента – плазмокоагулазы. В зависимости от этой способности все стафилококки делятся на группы коагулазоположительных (способных коагулировать плазму крови) и коагулазоотрицательных (неспособных коагулировать плазму крови) стафилококков [2].

К коагулазоположительным стафилококкам, вызывающим инфекции у человека, относится *Staphylococcus aureus* Rosenbach 1884.

К коагулазоотрицательным (коагулазонегативным) стафилококкам, вызывающим инфекции у человека, относятся:

- *S. saprophyticus* (Fairbrother 1940) Shaw et al. 1951;
- *S. epidermidis* (Winslow & Winslow 1908) Evans 1916;
- *S. haemolyticus* Schleifer & Kloos, 1975;
- *S. hominis* Kloos & Schleifer 1975;
- *S. warneri* Kloos & Schleifer 1975 и другие.

Среди коагулазонегативных стафилококков наибольшее клиническое значение имеет *S. saprophyticus*, который может быть причиной циститов у

женщин и негонококковых уретритов у мужчин, и *S. epidermidis*, который является нормальным жителем кожных покровов здорового человека и в обычных ситуациях никаких проблем не доставляет. Более того, он может спокойно обитать на поверхности ран и также не доставлять никаких хлопот. Но в некоторых ситуациях этот практически безопасный микроорганизм создает намного более серьезные проблемы, чем *S. aureus*. Среди факторов патогенности *S. epidermidis* имеются специальные адгезины, которые помогают ему прикрепляться к пластиковым поверхностям, а также к фибрину и фибронектину, которые выпадают на шунты, катетеры, водители ритма и т.п. Прикрепляясь к пластиковым поверхностям, данная бактерия начинает создавать биопленку, в составе которой он фактически полностью защищен от действий всех возможных бактерицидных факторов. Матрикс, скрепляющий пленку, чаще всего занимает до 85 % ее объема и состоит из белков, полисахаридов, липидов и нуклеиновых кислот. Благодаря объему и свойствам матрикса, микробные клетки почти на 100 % защищены от любого внешнего воздействия, до тех пор, пока находятся внутри пленки. Таким образом, *S. epidermidis* и почти все коагулазонегативные стафилококки оказываются основными возбудителями катетер-ассоциированных инфекций кровотока (КАИК) и инфекций имплантов [3]. В связи с вышесказанным имеет практическое значение исследование на определение чувствительности коагулазонегативных стафилококков к антисептическим средствам.

Материал и методика

Исследование проводили на базе лаборатории по микробиологии Медицинского института ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина» в период с сентября 2020 г. по май 2021 г.

Первоначально для проведения исследования были получены 43 образца чистой культуры коагулазоотрицательных стафилококков от 43 студентов Медицинского института в соответствии с Методическими рекомендациями [4]. Для этого мазки из носовых ходов 43 обследуемых были посеяны на желточно-солевой агар – дифференциально-диагностическую среду для выделения стафилококков. Далее образцы из колоний микроскопировали для подтверждения морфологии и пересеивали на скошенный агар для получения чистой культуры бактерий. Полученные чистые культуры бактерий анализировали на продукцию плазмокоагулазы, для чего образец из чистой культуры смешивали с плазмой крови человека в пробирке. Присутствие или отсутствие сгустка плазмы в пробирке оценивали через два часа от начала эксперимента. Из коагулазонегативных образцов бактерий изготавливали инокулюм (материал из чистой бактериальной культуры разводили в физиологическом растворе) и сеяли его газоном на поверхность стерильного мясопептонного агара в чашке Петри. Поверх посева на поверхность среды клали шесть стерильных бумажных дисков,

смоченных различными антисептическими средствами, и ставили в термостат для культивирования на 20 часов при температуре 35°C.

Стерильные бумажные диски смачивали наиболее популярными в медицинской практике антисептическими средствами, такими как:

- перекись водорода;
- хлоргексидина биглюконат 0.05 % (состав хлоргексидина биглюконат 0.05 %, вода очищенная);
- бриллиантовый зеленый, раствор спиртовой 1 %-й (состав: бриллиантовый зеленый – 1 г, этиловый спирт 95 %, вода очищенная);
- этиловый спирт 95 %-й;
- раствор йода спиртовой 5 %-й;
- фукорцин (состав: фенол, борная кислота, резорцин, ацетон, основной фуксин, этиловый спирт, вода).

После культивирования замеряли линейкой диаметр зоны задержки роста вокруг каждого диска и вносили результаты в таблицу. Замеры зон задержки роста вокруг дисков в различных образцах культур коагулазонегативных стафилококков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели зон задержки роста культур коагулазонегативных стафилококков вокруг бумажных дисков с антисептическими средствами

Образец	Зона задержки роста, мм					
	Перекись водорода	Хлоргексидина биглюконат 0.05 %	Бриллиантовый зеленый, раствор спиртовой 1 %-й	Спирт этиловый 95 %-й	Фукорцин	Раствор йода спиртовой 5 %-й
1	2	3	4	5	6	7
1	35	15	13	0	0	0
2	50	20	20	14	0	0
3	40	12	20	20	0	0
4	25	17	20	8	0	0
5	20	20	28	30	0	0
6	25	25	29	10	0	0
1	2	3	4	5	6	7
7	20	30	28	19	0	0
8	0	0	21	8	0	0
9	0	11	23	0	13	0
10	0	0	20	0	0	0
11	35	11	23	7	0	0
12	0	16	20	0	20	0
13	22	0	15	0	0	0
14	35	10	22	14	8	26
15	22	8	28	0	8	19
16	0	0	18	0	0	0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
17	0	0	18	12	0	0
18	23	12	13	0	0	14
19	39	20	14	0	0	0
20	0	0	13	0	0	0
21	22	0	23	0	0	0
22	22	11	12	0	0	0
23	34	12	24	0	0	0
24	35	16	26	0	13	7
25	34	14	20	0	9	0
26	26	14	12	0	0	0
27	19	14	17	0	0	0
28	0	0	15	0	7	0
29	0	12	15	0	15	0
30	0	0	14	0	10	0
31	0	0	15	0	0	0
32	0	0	14	0	0	0
33	0	0	20	0	0	0
34	0	0	15	0	0	0
35	0	0	16	0	0	0
36	0	0	15	0	0	0
37	0	0	13	0	9	0
38	0	0	13	0	14	0
39	15	11	20	0	12	0
40	0	11	22	0	12	0
41	27	0	15	14	9	0
42	29	0	10	0	10	0
43	0	0	18	0	0	0

Результаты и обсуждение

Наибольшее количество чувствительных образцов культур коагулазонегативных стафилококков было выявлено по отношению к 1 %-му спиртовому раствору бриллиантового зеленого – 100 % образцов (табл. 1). Одинаковое количество чувствительных образцов коагулазонегативных стафилококков наблюдалось по отношению к перекиси водорода и хлоргексидину (по 53 % образцов). Меньшее количество чувствительных образцов культур коагулазонегативных стафилококков получено в отношении фукоцина и спирта этилового 95 %-го (35 % и 26 % образцов соответственно). Самое низкое количество чувствительных образцов культур коагулазонегативных стафилококков выявлено по отношению к раствору йода спиртовому 5 %-му (7 % образцов). Количество чувствительных (с наличием зоны задержки роста бактерий вокруг бумажного диска) и резистентных образцов (без наличия зоны задержки роста вокруг бумажного диска) в количественном и процентном соотношении представлено в табл. 2.

Таблица 2

**Количество чувствительных и резистентных образцов культур
коагулазонегативных стафилококков в количественном и процентном
соотношении**

Образцы	Средство					
	Перекись водорода	Хлоргексидина биглюконат 0.05 %	Бриллиан- товый зеленый, раствор спиртовой 1 %-й	Спирт этиловый 95 %-й	Фукоцидин	Раствор йода спиртовой 5 %-й
Чувстви- тельные	23 (53 %)	23 (53 %)	43 (100 %)	11 (26 %)	15(35 %)	3 (7 %)
Рези- стентные	20 (47 %)	20 (47 %)	0	3 2(74 %)	28 (65 %)	40 (93 %)

Наибольшие показатели диаметров зон задержки роста бактерий вокруг бумажных дисков выявлены по отношению к перекиси водорода (среднее значение – 28.4 мм), наименьшие показатели диаметров зон задержки роста выявлены в отношении фукоцидина (среднее значение – 11.3 мм) (табл. 3).

Таблица 3

**Среднее значение диаметра зон задержки роста
чувствительных образцов культур коагулазонегативных стафилококков
со стандартным отклонением**

Показатели	Средство					
	Перекись водорода	Хлоргексидина биглюко- нат 0.05 %	Бриллиан- товый зеленый, раствор спиртовой 1 %-й	Спирт этиловый 95 %-й	Фукоцидин	Раствор йода спиртовой 5 %-й
Среднее значение, мм	28.4	14.9	18.6	14.2	11.3	19.7
Стандартное отклонение	8.5	5.2	4.9	6.8	3.4	6.0

Исходя из полученных результатов обнаружены достоверные различия между средними значениями диаметров зон задержки роста бактерий вокруг бумажных дисков с перекисью водорода и хлоргексидином, между перекисью водорода и фукоцидином и между йодом и фукоцидином (табл. 3; рис. 2). Различий в антисептическом действии на бактерии между хлоргексидином, бриллиановым зеленым, спиртом этиловым и фукоцидином не выявлено.

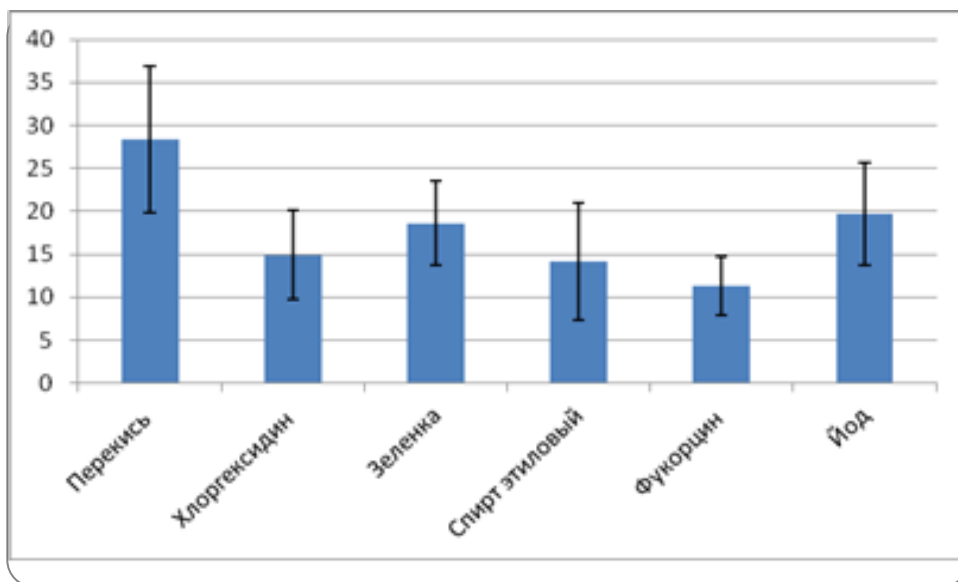


Рис. 2. Среднее значение диаметров (мм) зон задержки роста чувствительных образцов бактерий со стандартным отклонением.

Заключение

Исследована чувствительность 43 образцов коагулазонегативных стафилококков к наиболее популярным в медицинской практике антисептическим средствам (перекись водорода, хлоргексидина биглюконат 0.05 %, бриллиантовый зеленый раствор спиртовой 1 %-й, этиловый спирт 95 %-й, раствор йода спиртовой 5 %-й, фукоцидин) диско-диффузионным методом. Наибольшее количество чувствительных образцов выявлено по отношению к 1 %-му спиртовому раствору бриллиантового зеленого – 100 % образцов. Наибольшие показатели диаметров зон задержки роста бактерий выявлены по отношению к перекиси водорода, наименьшие показатели диаметров зон задержки роста бактерий выявлены в отношении фукоцидина. Обнаружены достоверные различия между средними значениями диаметров зон задержки роста бактерий вокруг дисков с перекисью водорода и хлоргексидином, между перекисью водорода и фукоцидином и между йодом и фукоцидином.

Список литературы

1. URL: medicalxpress.com (дата обращения: 17.07.2021).
2. Литусов Н. В. Грамположительные аэробные кокки : иллюстрированное учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2016. 89 с.
3. ESCMID: guideline for the diagnosis and treatment of biofilm infections. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2014.10.024>
4. Об унификации микробиологических (бактериологических) методов исследования, применяемых в клинико-диагностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений : Приказ Минздрава СССР от 22.04.1985 № 535. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420245293> (дата обращения: 17.04.2021)

References

1. Available at: [medicalxpress.com](https://www.medicalxpress.com) (accessed: 17.07.2021).
2. Litusov N. V. *Grampolozhitel'nye aerobnye kokki. Illyustrirovannoe uchebnoe posobie* [Gram-positive aerobic cocci: an illustrated study guide]. Ekaterinburg: UGMU Publ., 2016. 89 p. (In Russ.).
3. ESCMID: guideline for the diagnosis and treatment of biofilm infections. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2014.10.024>.
4. *Ob unifikacii mikrobiologicheskikh (bakteriologicheskikh) metodov issledovaniya, primenyaemykh v kliniko-diagnosticheskikh laboratoriyah lechebno-profilakticheskikh uchrezhdenij : Prikaz Minzdrava SSSR ot 22.04.1985 № 535* [On the unification of microbiological (bacteriological) research methods used in clinical diagnostic laboratories of medical institutions: Order of the USSR Ministry of Health dated 04.22.1985 No. 535] (In Russ.). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420245293> (accessed: 17.04.2021)

Экспедиционная жизнь

ОКУНЕВЫЙ ГЛАЗ

Г. Н. Доровских

Мы, три преподавателя-биолога, рыбачили на озере Щучье, расположенном на территории Белоярского заказника рядом с биобазой Сыктывкарского университета, где проводилась летняя полевая практика по зоологии и ботанике.

Требовалось отловить окуней на предмет изучения их паразитофауны. По такому случаю выпросил у знакомого мормышку «Окуневый глаз». В то время, надо сказать, такая мормышка была больша-а-я редкость! Она считалась самой уловистой на окуней. Знакомый с видимой неохотой вручил ее, взяв слово, что обязательно ее верну.

На весельной лодке выехали в заливчик озера, на границу чистой воды и растительности. Товарищи по рыбалке подготовили поплавочные удочки. Я же решил ловить путем отвесного блеснения, используя зимнюю удочку. Прицепил выпрошенную мормышку. Сделал несколько забросов и, вот удача, есть небольшой окунек. Размер рыбки подходящий, можно взять ее для изучения на наличие паразитов.

Очередной заброс. Еще заброс... Еще... Рывок! Леска резко натянулась и тут же ослабла... Подымаю удилице... Мормышки нет! Леска колышется на ветерке...

Вначале удивление. Ого! Что это? Затем растерянность. Что скажу владельцу мормышки? Зачем выпросил? Зачем!? Что не так сделал? Рой мыслей. Ощущение безысходности.

Товарищи по рыбалке немного поерничали, затем стали успокаивать. Через некоторое время пришло осознание потери. Однако материал собирать надо. Собрался. Прикрепил к леске малую блесну для отвесного блеснения.

Заброс. Еще заброс... Рывок. На крючке блесны бьется окунишка длиной сантиметров десять. Снимаю с крючка и... О чудо! Из рта рыбешки торчит «Окуневый глаз»!

ХОРОШАЯ ПОГОДА

Г. Н. Доровских

Во второй половине июля 1990 года мы проводили работы на острове Колгуев, базируясь в самом северном постоянном населенном пункте нашей страны селе Бугрино. Поселение представляло собой несколько домов постройки 1930–50-х годов, расположенных в два ряда вдоль береговой линии Баренцева моря.

Погода стояла замечательная! Солнечно, тепло, слабый ветерок. Это позволяло достаточно быстро справляться с плановыми заданиями и, пользуясь тем, что был полярный день, мы могли купаться и ходить в тундру погулять и познакомиться с природой и в какой-то мере историей острова. Все вокруг говорило, что это древняя русская земля.

По высокому правому берегу реки Бугринка были хорошо заметны ямы, остатки былых полуземлянок, видимо, принадлежащих поморам. В них еще можно было угадать расположение двери, окна и лежаков. Окна всех землянок смотрели на устье реки, куда в свое время приходили транспорты с Большой земли.

Между берегом реки и селом располагалось старое кладбище, на котором еще сохранились могилы со старообрядческими крестами. Из общей картины выбивался гранитный памятник, на котором было начертано «...от любящих жены и сына...», обозначен год 1836. Были там и чин, и фамилия, и имя, и отчество погребенного. В конце надписи на памятнике было выбито «Санкт-Петербург». Было желание узнать, что это за человек, завершивший свой жизненный путь на этом далеком острове.

Мы свернули в сторону села и вышли к крайнему дому. Недалеко от входа в дом на чурбаке сидел дед в малице. Было хорошо слышно, как он горько вздыхает. Создавалось впечатление, что человек плачет, переживает. Надо было обойти дом, чтобы выйти на мостки улицы, поэтому вздохи старика мы слушали довольно долго. Наконец поравнялись с ним.

Я остановился и, прежде чем задать старику вопрос о заинтересовавшем нас памятнике, спросил, о чем он переживает и можем ли мы чем-то помочь. Старый ненец посмотрел на нас, немного помолчал и ответил, что очень плохая погода. Мы немного опешили.

На дворе солнце, тепло, слабый ветерок. Можно купаться в море, загорать. Погода просто великолепна!

– А какая же погода хорошая, дедушка? – спросил я.

– Когда дождичек, ветерок, прохладно, – ответил старый ненец.

Мы удивились. Попрощавшись, пошли по своим делам, удивляясь представлениям старого ненца о хорошей погоде.

О памятнике мы спросили позже в правлении сельсовета, но никто ничего не смог нам рассказать.

Информация об авторах

Доровских Геннадий Николаевич, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, доктор биологических наук, профессор; 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; Тел.: (8212)255-180, e-mail dorovskg@mail.ru

Dorovskikh Gennady N., Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Social Technologies, professor of Biology, 167001, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; Phone (8212) 255-180, e-mail: dorovskg@mail.ru

Исакова Любовь Анатольевна, ГБУЗ РК «Городская больница Эжвинского района г. Сыктывкара», заведующая неврологическим отделением, кандидат медицинских наук, главный внештатный специалист по медицинской реабилитации Министерства здравоохранения Республики Коми; 167000, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Мира, 27/3; тел.: 8 (8212) 62-68-17 / 62-70-94, 8(908)7150787, e-mail: dr.lubovisakova@gmail.com

Isakova Lyubov A., GBUZ RK "City Hospital of Ezhvinsky District", Syktyvkar, chief of the neurological department, 167000, Komi Republic, Syktyvkar, Mira street, 27/3; Phone: 8 (8212) 62-68-17 / 62-70-94, 8(908)7150787, e-mail: dr.lubovisakova@gmail.com

Королева Анжелика Игоревна, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина», Институт естественных наук, кафедра биологии, магистр, Сыктывкар; e-mail: lika1498@inbox.ru

Koroleva Angelica I., magistr of the first course, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar Oktyabrsky Avenue, 55; e-mail: lika1498@inbox.ru

Лукьянова Лариса Ефимовна, ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории эволюционной экологии, доктор биологических наук; 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202; Тел.: (343)210-38-58 (1240); e-mail: lukyanova@ipae.uran.ru

Lukyanova Larisa E., Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch Russian Academy of Sciences (IPAE UB RAS), Leading Researcher Laboratory of Evolutionary Ecology; 620144, Ekaterinburg, 8 Marta, 202; Phone (343)210-38-58 (1240); e-mail: lukyanova@ipae.uran.ru

Мележ Татьяна Александровна, учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины», старший преподаватель кафедры геологии и географии; Республика Беларусь, 246012, г. Гомель, ул. Советская, 104, тел.: (+375-44) 581-60-55, e-mail: tatyana.melezh@mail.ru

Melezh Tatyana A., Francisk Scorina Gomel State Univrrsity, Department of Geology and Geography, senior lecturer; Republic of Belarus, 246012, Gomel, Sovetskaya Street, 104, Phone: (+375-44) 581-60-55, e-mail: tatyana.melezh@mail.ru

Мирный Марк Олегович, Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 25 с углубленным изучением отдельных предметов им. В. А. Малышева», школьник (*научный руководитель*: Попова Анна Михайловна, доцент кафедры биохимии и физиологии, кандидат биологических наук, ФГБОУ «СГУ им. Питирима Сорокина», медицинский институт; г. Сыктывкар, ул. Старовского, д. 55, тел. (8212) 390-413, e-mail: anuta050481@mail.ru)

Mirnyj Mark, Secondary school № 25 with in-depth study of individual subjects named after V.A. Malyshev, pupil, Syktyvkar (*research supervisor*: Popova Anna, associated professor of Biology, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, medical institute; Syktyvkar, Starovsky street 55, Phone (8212) 390-413, e-mail: anuta050481@mail.ru)

Пенина Галина Олеговна, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ» (ФГБУ ДПО СПБИУВЭК), проректор по учебной и научной работе, доктор медицинских наук, профессор; 194044, г. Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский пр., дом 11/12; тел.: 8(812) 542-14-45, e-mail: penkina.ru@rambler.ru

Penina Galina O., The Federal State Budgetary Institution «Saint-Petersburg Postgraduate Institute of Medical experts» of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation, vice-rector for Academic and Scientific work, professor, 194044, Saint Petersburg, Bolshoi Sampsonievsky Avenue, 11/12; Phone: 8(812) 542-14-45, e-mail: penkina.ru@rambler.ru

Петрова Наталья Борисовна, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина», Институт естественных наук, доцент кафедры биологии, кандидат биологических наук, доцент; 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; тел.: (8212) 255-180, e-mail: nbp1959@yandex.ru

Petrova Natalia B., Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Natural Science, candidate of biological Sciences, associate Department of Biology; 167001, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; phone (8212) 255-180, email: nbp1959@yandex.ru

Поляева Ксения Викторовна, Красноярский филиал ФГБНУ «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» [Красноярский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ»)]; 660049, г. Красноярск, ул. Парижской коммуны, 33; Тел.: (391) 227-22-43, e-mail glechoma21@gmail.com

Polyaeva Kseniya V., Krasnoyarsk Branch of the FSBSI “VNIRO”, 660049, Krasnoyarsk, Parizhskoj Kommuny st., 33; Phone (391) 227-22-43, e-mail glechoma21@gmail.com

Суханова Ольга Борисовна, ГБУЗ РК «Ухтинская физиотерапевтическая поликлиника», и.о. главного врача; 169313, Республика Коми, г. Ухта, ул. Набережная Нефтяников, 1; тел.: 8(8216) 76-75-50, e-mail: sekretar@ftp-ukhta.ru

Sukhanova Olga B., GBUZ RK "Ukhta Physiotherapeutic Polyclinic", chief medical officer, 169313, Komi Republic, Ukhta, Neftyanikov Embankment Street, 1; Phone: 8(8216) 76-75-50, e-mail: sekretar@ftp-ukhta.ru

Тарасевич Лариса Михайловна, ГБУЗ РК «Ухтинская физиотерапевтическая поликлиника», заведующая отделением медицинской реабилитации и спортивной медицины; 169313, Республика Коми, г. Ухта, ул. Набережная Нефтяников, 1; тел.: 8(8216) 76-75-50, e-mail: zdorovie_2000@mail.ru

Tarasevich Larisa M., GBUZ RK "Ukhta Physiotherapeutic Polyclinic", chief of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, 169313, Komi Republic, Ukhta, Neftyanikov Embankment Street, 1; Phone: 8(8216) 76-75-50, e-mail: zdorovie_2000@mail.ru

Терентьева Анна Евгеньевна, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина», Институт естественных наук, выпускник 2021 г., 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; тел.: (8212) 255-180.

Terentyeva Anna E., Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Institute of Natural Science, graduate of 2021, 167001, Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; phone (8212) 255-180.

Тимофеева Кира Кирилловна, Государственное автономное общеобразовательное учреждение Республики Коми «Лицей для одаренных детей», школьник (*научный руководитель*: Попова Анна Михайловна, доцент кафедры биохимии и физиологии, кандидат биологических наук, ФГБОУ «СГУ им. Питирима Сорокина», медицинский институт; г. Сыктывкар, ул. Старовского, д. 55, тел. (8212) 390-413, e-mail: anuta050481@mail.ru)

Timofeeva Kira K., Lyceum for gifted children, pupil, Syktyvkar (*research supervisor*: Popova Anna, associated professor of Biology, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, medical institute; Syktyvkar, Starovsky street 55, Phone (8212) 390-413, e-mail: anuta050481@mail.ru)

Шушпанникова Галина Сергеевна, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина», кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии; 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский пр., 55; тел.: 89128667801; e-mail: shushpannikova.galina@yandex.ru

Shushpannikova Galina S., PhD (Biology), Assistant Professor of the Department of Biology; Pitirim Sorokin Syktyvkar State University; Syktyvkar, Oktyabrsky Avenue, 55; Phone 89128667801; e-mail: shushpannikova.galina@yandex.ru