

Научный журнал

Основан в 2005 г.

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
ПИ № ФС77-61025 от 5 марта 2015 г.

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный университет»

Редакционная коллегия серии:

д-р биол. наук, проф. А.В. Зиновьев (*глав. редактор*);
д-р биол. наук, проф. А.Я. Рыжов;
действительный член РАМН, д-р мед. наук, проф. В.М. Баранов;
д-р биол. наук, проф. А.Н. Панкрушина; д-р биол. наук В.И. Николаев;
д-р биол. наук, проф. М.Б. Петрова; д-р биол. наук, проф. Л.В. Алексеева;
д-р биол. наук Н.П. Александрова; д-р мед. наук, проф. Н.Н. Слюсарь;
д-р биол. наук, проф. Г.М. Зубарева; д-р биол. наук А.Д. Потёмкин;
д-р биол. наук, проф. Л.В. Маловичко; д-р биол. наук, проф. А.А. Нотов;
д-р биол. наук А.Ф. Мейсунова; д-р биол. наук, проф. М.С. Игнатов;
д-р биол. наук Ю.К. Виноградова; PhD Марк Молтби (Великобритания);
PhD Рон Майерс (Соединенные Штаты Америки);
канд. биол. наук, доц. Л.В. Петухова;
д-р мед. наук проф. И.И. Макарова; канд. биол. наук, доц. А.А. Емельянова;
д-р биол. наук, доц. В.В. Ивановский (Беларусь); канд. биол. наук, доц. Н.Е. Николаева;
канд. биол. наук, проф. С.М. Дементьева;
канд. биол. наук, доц. С.А. Иванова (*отв. секретарь*);
канд. физ.-мат. наук, доц. В.Е. Домбровская;
канд. биол. наук Д.И. Игнатьев (*техн. редактор*)

Адрес редакции:

Россия, 17002, г. Тверь, пр-т Чайковского, д. 70, каб. 201
Тел.: +7 (4822) 32-06-80

*Все права защищены. Никакая часть этого издания
не может быть репродуцирована без письменного разрешения издателя.*

© Тверской государственный
университет, 2023

Scientific Journal

Founded in 2005

Registered by the Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Media
PI № ФС77-6125 of March 5, 2015

Translated Title:

Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology

Founder:

Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education
«Tver State University»

Editorial Board of the Series:

D.Sc. in Biology, prof. A.V. Zinoviev (*editor-in-chief*);
D.Sc. in Biology, prof. A.Ya. Ryzhov;
Corresponding Member of RAMS, Dr. of Medical Sciences, prof. V.M. Baranov;
D.Sc. in Biology, prof. A.N. Pankrushina; D.Sc. in Biology, prof. V.I. Nikolaev;
D.Sc. in Biology, prof. M.B. Petrova; D.Sc. in Biology, prof. L.V. Alekseeva;
D.Sc. in Biology N.P. Aleksandrova; Dr. of Medical Sciences, prof. N.N. Slusar;
D.Sc. in Biology, prof. G.M. Zubareva; D.Sc. in Biology A.D. Potemkin;
D.Sc. in Biology, prof., L.V. Malovichko, D.Sc. in Biology, prof. A.A. Notov;
D.Sc. in Biology, assoc. prof. A.F. Meysurova; D.Sc. in Biology, prof. M.S. Ignatov;
D.Sc. in Biology, prof. A.E. Rodionova; D.Sc. in Biology Yu.K. Vinogradova;
Ph.D. Mark Maltby (United Kingdom); Ph.D. Ron A. Meyers (United States of America);
Cand.Sc. in Biology, assoc. prof. L.V. Petukhova; Dr. of Medical Sciences, prof. I.I. Makarova;
Cand.Sc. in Biology, assoc. prof. A.A. Emelyanova;
D.Sc. in Biology, assoc. prof. V.V. Ivanovsky (Belarus);
Cand.Sc. in Biology, assoc. prof. N.E. Nikolaeva;
Cand.Sc. in Biology, prof. S.M. Dementyeva;
Cand.Sc. in Biology, assoc. prof. S.A. Ivanova (*executive secretary*);
Cand. of Physical and Technical Sciences, assoc. prof. V.E. Dombrovskaya;
Cand.Sc. in Biology D.I. Ignatiev (*technical editor*)

Editorial Office:

Office 201, 70, Chaikovsky prospekt, Tver, 170002, Russia
Tel.: +7 (4822) 32-06-80

*All rights reserved. No part of this publication
may be reproduced without the written permission of the publisher.*

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИОЛОГИЯ

- Т.А. Линдт, И.Н. Калинина*
МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ АДАПТАЦИИ ХОККЕИСТОВ
В МНОГОЛЕТНЕМ ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ.....7

БИОХИМИЯ

- П.В. Голубкина, А.Н. Панкрушина*
ИССЛЕДОВАНИЕ КАРИОТИПОВ У ЭМБРИОНОВ ЧЕЛОВЕКА
ПРИ НЕВЫНАШИВАНИИ БЕРЕМЕННОСТИ.....17

ЗООЛОГИЯ

- А.Г.Коробков, В.И. Пискунов*
ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЫЕМЧАТОКРЫЛЫХ МОЛЕЙ (LEPIDOPTERA:
GELECHIIDAE) УДОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ.....27

БОТАНИКА

- Е.В. Немцова, В.В. Телеганова, Ю.А. Семенщеников, Е.А. Михайлюкова,
В.А. Курило*
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ РАСТЕНИЙ
РЕДКОГО В РОССИИ ВИДА *ISOPYRUM THALICTROIDES* L. (RANUNCULACEAE)
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ЕГО ПОПУЛЯЦИЙ.....35

- О.В. Котенко, Ю.К. Виноградова*
ХОРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ УЧАСТКА ТРАНССИБИРСКОЙ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ В ПРЕДЕЛАХ
АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ.....46

- Е.С. Чавчавадзе, О.Ю. Сизоненко, А.А. Грабовский, В.О. Романова*
К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДОПРОВОДЯЩЕЙ ТКАНИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ
РОДА СМОРОДИНА – *RIBES* L. (GROSSULARIACEAE) ИЗ ЦЕНТРАЛЬНЫХ
И ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ЧУКОТКИ.....58

- Т.Н. Моторыкина*
АДВЕНТИВНЫЕ ВИДЫ ЛАПЧАТКИ (*POTENTILLA*, ROSACEAE)
ФЛОРЫ ПРИАМУРЬЯ И ПРИМОРЬЯ.....71

- У Хайфэн, Н.Г. Розломий, Тянь Цзяхуэй, А.Н. Белов*
АНАЛИЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ СПАТИФИЛЛУМ УОЛЛИСА
(*SPATHIPHYLLUM WALLISII* REGEL) ПРИ ГИДРОПОННОМ МЕТОДЕ
ВЫРАЩИВАНИЯ.....82

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

С.А. Курочкин, А.Г. Медведев, О.Б. Бахтилова
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ
ГРИБОВ-МАКРОМИЦЕТОВ В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ МОНИТОРИНГ92

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

А.А. Колонтаева, У.Н. Спирина
ОЦЕНКА БИОИНДИКАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ *LESKEA POLYCARPA*
NEDW. ПО ОТНОШЕНИЮ К АТМОСФЕРНЫМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ.....111

А.Ф. Мейсурова, О.А. Еремеева, А.Б. Савинов
ИНДИКАТОРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ
В БИОМОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ПО ДАННЫМ
ФЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....127

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

А.А. Нотов, А.Ф. Мейсурова, Е.Н. Степанова, В.А. Нотов, С.А. Иванова
ГЛЯДЯ НА МИР, НЕЛЬЗЯ НЕ УДИВЛЯТЬСЯ
(К ЮБИЛЕЮ ЛЮДМИЛЫ ВЛАДИМИРОВНЫ ПЕТУХОВОЙ).....139

CONTENT

PHYSIOLOGY

- T.A. Lindt, I.N. Kalinina*
MORPHOFUNCTIONAL CRITERIA FOR ADAPTATION
OF HOCKEY PLAYERS IN A LONG-TERM TRAINING PROCESS.....7

BIOCHEMISTRY

- P.V. Golubkina, A.N. Pankrushina*
THE STUDY OF HUMAN EMBRYO KARYOTYPES AT MISCARRIAGE.....17

ZOOLOGY

- A.G. Korobkov, V.I. Piskunov*
FAUNAL REVIEW OF THE DREDGED-WINGED MOTHS (LEPIDOPTERA:
GELECHIIDAE) OF THE UDOMELSKY DISTRICT OF THE TVER REGION.....27

BOTANY

- E.V. Nemtsova, V.V. Teleganova, Yu.A. Semenishchenkov, E.A. Mihajlyukova,
V.A. Kurilo*
MOLECULAR GENETIC STUDY OF PLANT SAMPLES OF RARE IN RUSSIA
SPECIES *ISOPYRUM THALICTROIDES* L. (RANUNCULACEAE) TO ASSESS
POLYMORPHISM OF ITS POPULATIONS.....35

- O.V. Kotenko, Yu.K. Vinogradova*
CHOROLOGICAL ANALYSIS OF THE FLORA ALONG
THE TRANS-SIBERIAN SECTOR WITHIN AMUR REGION.....46

- E.S. Chavchavadze, O.Y. Sizonenko, A.A. Grabovskiy, V.O. Romanova*
TO THE CHARACTERISTICS OF THE WATER-CONDUCTING FABRIC TISSUE OF
SOME SPECIES OF THE CURRANT GENUS – *RIBES* L. (GROSSULARIACEAE)
FROM THE CENTRAL AND SOUTHERN REGIONS OF CHUKOTKA.....58

- T.N. Motorykina*
ADVENTITIOUS SPECIES OF *POTENTILLA* (*POTENTILLA*, ROSACEAE)
FLORA OF THE PRIAMURYE AND PRIMORYE.....71

- Haifeng Wu, N.G. Rozlomyi, Jiahui Tian, A.N. Belov*
ANALYSIS OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF WALLIS
SPATHIPHYLLUM (*SPATHIPHYLLUM WALLISII* REGEL) UNDER THE
HYDROPONIC GROWTH METHOD.....82

BIODIVERSITY AND NATURAL PROTECTION

- S.A. Kurochkin, A.G. Medvedev, O.B. Bakhtilova*
PRELIMINARY RESULTS OF THE STUDY OF RARE SPECIES
OF MACROMYCETES IN THE TVER REGION AND
THEIR MONITORING.....92

INTERDISCIPLINARY STUDIES

A.A. Kolontaeva, U.N. Spirina
ASSESSMENT OF BIOINDICATIVE ABILITIES OF *LESKEA POLYCARPA* HEDW.
IN RELATION TO ATMOSPHERIC POLLUTANTS.....111

A.F. Meysurova, O.A. Eremeeva, A.B. Savinov
INDICATOR OF PLANT SPECIES CAPABILITIES IN BIOMONITORING
THE STATE OF THE ENVIRONMENT ACCORDING TO THE DATA
OF THE PHENETIC ANALYSIS.....127

ANNIVERSARIES AND DATES

A.A. Notov, A.F. Meysurova, E.N. Stepanova, V.A. Notov, S.A. Ivanova
LOOKING AT THE WORLD, IT IS IMPOSSIBLE NOT TO BE SURPRISED
(FOR THE ANNIVERSARY OF LYUDMILA VLADIMIROVNA PETUKHOVA)....139

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 796.01:612
DOI: 10.26456/vtbio314

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ АДАПТАЦИИ ХОККЕИСТОВ В МНОГОЛЕТНЕМ ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Т.А. Линдт¹, И.Н. Калинина²

¹Сибирский государственный университет физической культуры и спорта,
Омск

²Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и
туризма, Краснодар

Проведено комплексное обследование 172 хоккеистов в возрасте от 11 лет до 21 года, в процессе которого изучалось физическое развитие, показатели дыхательной и сердечно-сосудистой систем, вегетативная регуляция сердечного ритма, уровень аэробной и анаэробной работоспособности. Результаты исследований подверглись многофакторному и корреляционному анализу. Показатели, имеющие средний и высокий коэффициент корреляции, использованы для составления шкал дифференцированной оценки функционального состояния хоккеистов. Обоснован количественный и качественный состав адаптивной функциональной системы хоккеистов на каждом из этапов многолетнего тренировочного процесса.

Ключевые слова: хоккей, этапы подготовки, коэффициент эффективности адаптации, адаптивная функциональная система.

Введение. Адаптация организма к изменениям окружающей среды, в том числе и к воздействию высоких двигательных нагрузок, происходит на основе реализации определенных приспособительных механизмов. С возрастом и повышением уровня адаптированности увеличивается биологическая надежность, причем механизмы ее изменения достаточно разнообразны. Особенностью биологической надежности организма спортсмена является то, что в обычных условиях организм и все его системы функционируют не на пределе своих возможностей, а сохраняют определенный резерв, который может быть использован в экстремальных ситуациях. В этом случае достигается экономизация функций организма, снижается цена адаптации, совершенствуется вегетативное обеспечение сердечной деятельности (Маркосян, 1969; Криволапчук, 2015; Ванюшин с соавт., 2019). В процессе многолетней тренировки в организме спортсмена происходят морфофункциональные изменения, направленные на

адаптацию организма к повышенным мышечным нагрузкам (Доева, 2018). Возникает морфофункциональная адаптация спортсмена и к определенной специфике вида спорта - так называемая специфичность адаптации. Подготовка спортсмена высокого класса в любом виде спорта – длительный, рационально организованный процесс, в котором необходимо учитывать множество разных аспектов: вид спорта, возрастные особенности развития систем организма, двигательных качеств и т.п.

Известно, что организм человека приспосабливается к внешним и внутренним факторам среды непрерывно, происходит преобразование взаимосвязей между системами и органами. В результате такого приспособления в каждый момент времени в организме формируются комплекс взаимосвязей, образующих функциональную систему (ФС) которая обеспечивает необходимые функции. Согласно теории П.К. Анохина (1980), ФС является временным объединением различных систем организма для достижения результата в процессе адаптации. Однако образование новых ФС при срочной адаптации под влиянием впервые воздействующих факторов несовершенно. Стойкие функциональные системы формируются в случае многократного или длительного воздействия таких факторов. В организме человека одновременно функционирует несколько таких систем, которые находятся в непрерывном взаимодействии, и их работа направлена на достижение определенного результата. Необходимо отметить, что в организме спортсмена, помимо возрастных изменений происходят и адаптационные, которые обусловлены также и приспособлением к интенсивной мышечной деятельности (Калинина с соавт., 2021; Линдт с соавт., 2021).

В связи с вышеизложенным, целью нашего исследования явилось обоснование количественного и качественного состава адаптивной функциональной системы хоккеистов на этапах многолетней подготовки.

Методика. Исследование, в котором принимали участие 172 хоккеиста в возрасте от 11 лет до 21 года, разделенных на 5 возрастных групп согласно этапам многолетней подготовки, проводилось базе кафедры естественно-научных дисциплин и в НИИ деятельности в экстремальных условиях ФГБОУ ВО СибГУФК с соблюдением Международных биоэтических норм. В комплексном исследовании морфофункционального состояния хоккеистов определялся уровень физического развития (ФР), функционального состояния дыхательной (ДС) и сердечно-сосудистой систем (ССС), оценивалась вариабельность сердечного ритма (ВРС), а также

изучался уровень физической работоспособности, в аэробных и анаэробных условиях.

Для изучения физического развития использовались общепринятые методики и методы (Ланда, 2011): измерение длины и массы тела, окружности грудной клетки; оценивались кистевая динамометрия левой и правой руки (ДК), стантовая динамометрия (ДС). Для исследования функционального состояния дыхательной системы использовался спирометр «Спиро-С100» фирмы «Альтоника» (Россия) и пневмотахометр ПТ-1. Определялся ряд показателей, позволяющих оценить вентиляцию легких: ЖЕЛ, дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха (Ровд) и резервный объем выдоха (Ровыд), форсированную ЖЕЛ (ФЖЕЛ), минутный объем дыхания (МОД), максимальную вентиляцию легких (МВЛ), пневмотахометрию вдоха и выдоха. Проводились пробы Штанге (задержка дыхания на вдохе) и Генчи (задержка дыхания на выдохе). Показатели центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма изучались с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-спектр» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, Россия). Определялись основные гемодинамические показатели: пульсовое давление (ПД), среднее артериальное давление (АД ср), ударный объем сердца (УО), минутный объем крови (МОК), двойное произведение (ДП). Для оценки степени напряжения регуляторных механизмов применялся метод вариационной пульсометрии по методике Р.М. Баевского с соавт. (1997). Также были использованы показатели спектрального анализа: общая мощность спектра (ТР, $мс^2$), абсолютная мощность высокочастотных колебаний (HF, $мс^2$), абсолютная мощность низкочастотных колебаний (LF, $мс^2$), абсолютная мощность очень низкочастотных колебаний (VLF, $мс^2$). Определялась доля высокочастотных (%HF), низкочастотных (%LF) и очень низкочастотных колебаний (%VLF) в общей мощности спектра. В качестве физической нагрузки испытуемые выполняли трехступенчатую работу на велоэргометре.

Полученные данные статистически обрабатывались с помощью программного обеспечения Microsoft Excel-2007 и пакета прикладных программ «Statistica 6.0». Для выявления характера и уровня взаимосвязей между изучаемыми показателями в состоянии относительного покоя в группах хоккеистов использовался метод ранговой корреляции Спирмена. Рассчитывался коэффициент эффективности адаптации (КЭА) (Бондарь, 2000).

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований был получен массив из 49 показателей для каждой возрастной группы, которые были использованы для проведения многофакторного и корреляционного анализа. Показатели, попавшие в

группы наиболее значимых и имеющие средний и высокий коэффициент корреляции, использованы для разработки шкал дифференцированной оценки физического развития, дыхательной и сердечно-сосудистой систем, работоспособности, и послужили критериями определения уровня сформированности адаптивной функциональной системы, а также характеристиками морфофункциональной адаптации организма хоккеистов на разных этапах многолетней спортивной подготовки.

Согласно предложенной схеме, интегральная комплексная оценка состояния организма хоккеистов должна проводиться на основе показателей физического развития, дыхательной и сердечно-сосудистой систем, а также уровня физической работоспособности по дифференцированным шкалам, которые имеют 5 уровней оценки: «низкий», «ниже среднего», «средний», «выше среднего» и «высокий».

Для определения уровня функционирования АФС была разработана балльная система оценки, включающая показатели, отражающие модельные характеристики хоккеистов и соответствующая следующим критериям:

- неудовлетворительный, включающий оценки «низкий» и «ниже среднего», которые оцениваются в 1 и 2 балла соответственно;
- удовлетворительный – оценка «средний», оценивается в 3 балла;
- оптимальный уровень – оценки «выше среднего» и «высокий», оцениваются в 4 и 5 баллов соответственно.

Общая оценка уровня функционирования АФС спортсмена складывается из суммы баллов по предложенным показателям. Количество баллов, которое возможно получить для оценки качественного уровня составляет: физическое развитие и сердечно-сосудистая система – 5-25, силовые возможности и физическая работоспособность – 3-15, дыхательная система – 4-20, гипоксические пробы – 2-10, вариабельность сердечного ритма – 7-35. Функциональный уровень организма хоккеистов определяется, исходя из общего количества набранных баллов следующим образом: 29-58 баллов оценивается как неудовлетворительный, 59-87 баллов – удовлетворительный и 88-145 баллов – оптимальный.

В качестве примера, можно привести следующий: хоккеист Шев был обследован первично в возрасте 11 лет. Для определения уровня морфофункционального состояния организма и физической работоспособности использованы шкалы дифференцированной оценки морфофункционального состояния, разработанные для хоккеистов 11-12 лет. Его данные накладывались на среднегрупповой профиль хоккеистов данного возраста и сверстника, не занимающегося спортом, далее была проведена оценка функционального состояния

организма по предложенной нами схеме. Исходя из полученных результатов, хоккеист набрал по показателям физического развития 17 баллов, по силовым возможностям – 12 баллов, по показателям дыхательной системы – 10 баллов, по гипоксическим пробам – 8 баллов, по показателям сердечно-сосудистой системы и ее вегетативной регуляции – 38 баллов, физической работоспособности и аэробных возможностей – 10 баллов. Общая сумма баллов, набранная по всем предложенным параметрам, составила 95 баллов, что соответствует оптимальному функциональному уровню. Таким образом, у данного спортсмена выявлено оптимальное функциональное состояние по показателям физического развития, силовых возможностей, гипоксических проб, аэробных возможностей и сердечно-сосудистой системы, тогда как по показателям физической работоспособности и дыхательной системы – удовлетворительный уровень.

В результате оценки всех предложенных показателей сверстника, не занимающегося спортом, определено, что его функциональное состояние соответствует удовлетворительному уровню (69 баллов). При оценке сердечно-сосудистой системы подростка, был выявлен оптимальный уровень, устойчивость к гипоксии оценена как удовлетворительная, по всем остальным параметрам оценка была неудовлетворительная.

Исходя из данных, представленных на рисунке 1, можно заключить, что показатели функционального состояния хоккеиста Ш-ва 11 летнего возраста значительно отличаются от показателей подростка, не занимающегося спортом, и от среднегрупповых значений шкал дифференцированной оценки хоккеистов такого же возраста. Хотелось бы отметить, что, используя в качестве прогноза такой подход, можно судить о перспективности данного игрока. Проследив путь «спортивных успехов» хоккеиста Ш-ва до нынешнего времени, мы выяснили, что наш прогноз оказался правильным, поскольку данный игрок в настоящее время выступает в профессиональной команде.

Предложенные среднегрупповые профили определения оптимального функционирования АФС хоккеистов на каждом из этапов многолетней подготовки с использованием шкал дифференцированной оценки морфофункционального состояния и физической работоспособности позволяют дифференцированно подойти к определению адаптации игрока и оптимизировать тренировочный процесс с целью достижения высоких спортивных результатов.

Анализ корреляционных матриц позволил выявить, что в группе хоккеистов, находящихся на этапе спортивной специализации,

периоде начальной специализации (11-12 лет), общее количество корреляционных взаимосвязей между изучаемыми показателями в состоянии относительного покоя составило 464.

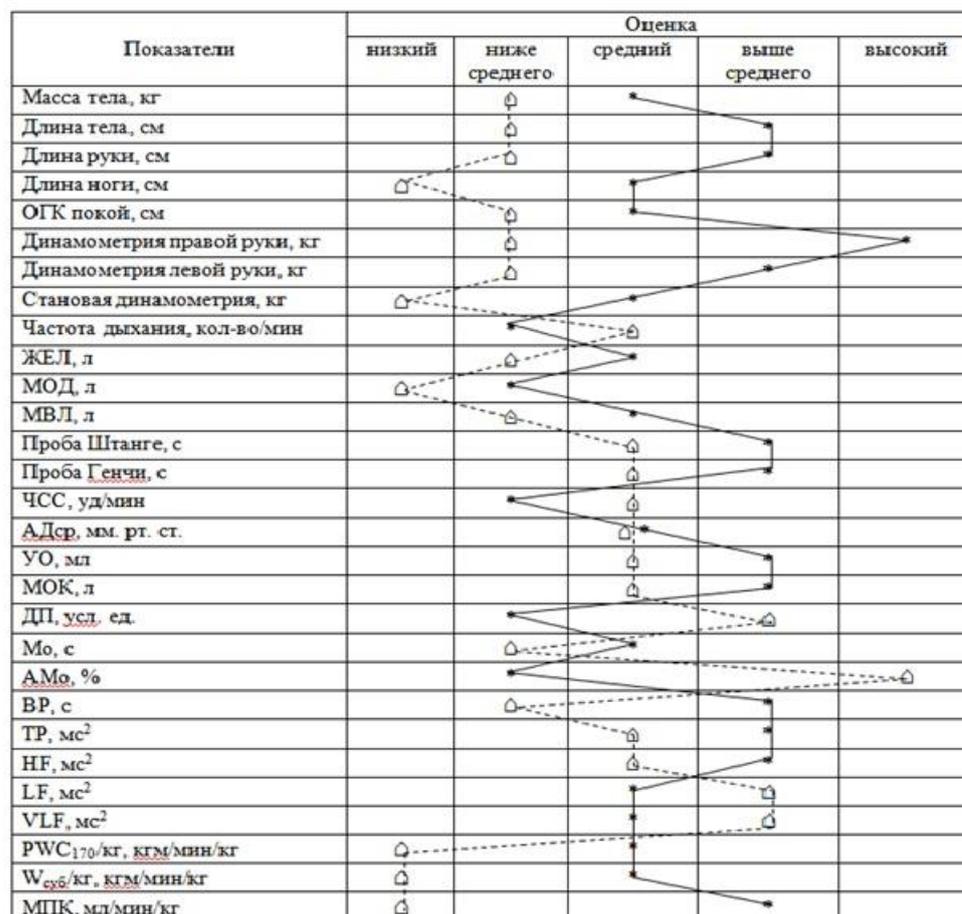


Рис. 1. Профили дифференцированной оценки морфофункционального состояния и физической работоспособности хоккеиста, обучающегося на этапе начальной специализации и сверстника, не занимающегося спортом:

* – хоккеист 11 лет Ш-ев, в настоящее время играющий в профессиональной хоккейной команде и профиль подростка, не занимающегося спортом – △.

Максимальное количество корреляционных взаимосвязей между показателями обнаружено у хоккеистов на этапе спортивной специализации, периоде углубленной специализации, 1-2 год обучения и составило 893. На последующих этапах многолетней подготовки число достоверных корреляционных связей имеет тенденцию к снижению: этап спортивной специализации, период углубленной специализации (3-4 год обучения) – 457, совершенствования спортивного мастерства – 527 и высшего спортивного мастерства –

378. Высокое количество корреляционных связей с показателями физического развития отмечено нами в группах хоккеистов 13-14 лет (165) и 15-16 лет (143), тогда как в других возрастных группах их количество варьирует от 80 до 113.

Анализ полученных корреляционных матриц показал усиление роли дыхательной системы в формировании АФС хоккеистов 13-14 лет, что проявляется в увеличении частоты взаимодействий и силы корреляционных взаимосвязей данных показателей. Необходимо отметить, также некоторое повторное увеличение значимости данного компонента АФС, при последующей отрицательной динамике в возрасте 19-21 год. Если оценивать наибольшее количество взаимосвязей в общей структуре, исходя из возрастных групп, то у хоккеистов 15-16 лет обнаружено самое большое количество взаимосвязей с показателями дыхательной системы.

Значимость показателей гемодинамики в условиях относительного покоя также варьирует с возрастом. Максимальное число корреляционных взаимосвязей с показателями ССС наблюдается в возрасте 13-14 лет, что характеризует пик напряжения и адаптивных перестроек этой системы, минимальное – у хоккеистов 19-21 года. Показатели вегетативной регуляции сердечного ритма с другими изучаемыми системами наибольшее количество взаимосвязей образуют в возрастных группах 11-12 лет и 17-18 лет, также высокое их количество отмечается в возрасте 13-14 лет, что также, вероятно, отражает уровень напряжения в регуляции деятельности системы кровообращения.

Для оценки количественных взаимоотношений между изучаемыми морфофункциональными показателями в формируемой на различных этапах многолетней подготовки адаптивной функциональной системы хоккеистов нами был использован коэффициент эффективности адаптации. Данный показатель отражает отношение количества сильных ($r \geq 0,7$) связей к числу общих. Увеличение КЭА свидетельствует о росте степени инертности и напряжения функционирования системы (Бондарь, 2000).

При возрастном анализе КЭА выявлено, что увеличение данного показателя наблюдается в группах хоккеистов 13-14 лет (КЭА = 0,29) и в 19-21 год (КЭА = 0,25), что указывает на напряжение процессов адаптации. На наш взгляд, большое количество слабых и средних ($r \leq 0,7$) межсистемных взаимосвязей в возрасте 13-14 лет свидетельствует о том, что организм ищет возможные пути для адаптации к изменяющимся условиям внешней (в том числе физической нагрузке) и внутренней (пубертат) среды. В этом возрасте адаптация организма идет за счет образования большого количества слабых и средних внутри- и межсистемных взаимосвязей, что

позволяет организму быть более лабильным. Наиболее низкие значения КЭА отмечены в 11-12 и 17-18 лет. В этом возрасте адаптация организма идет за счет образования большого количества слабых и средних внутри- и межсистемных взаимосвязей, что позволяет организму быть более лабильным. В 19-21 год также происходит увеличение количества корреляционных связей между показателями морфофункционального состояния. Вероятно, именно эти возрастные группы являются наиболее чувствительными к внешним воздействиям, так как на этих этапах происходит серьезная перестройка организма в связи с переходом в подростковый и первый взрослый период постнатального онтогенеза согласно возрастной периодизации.

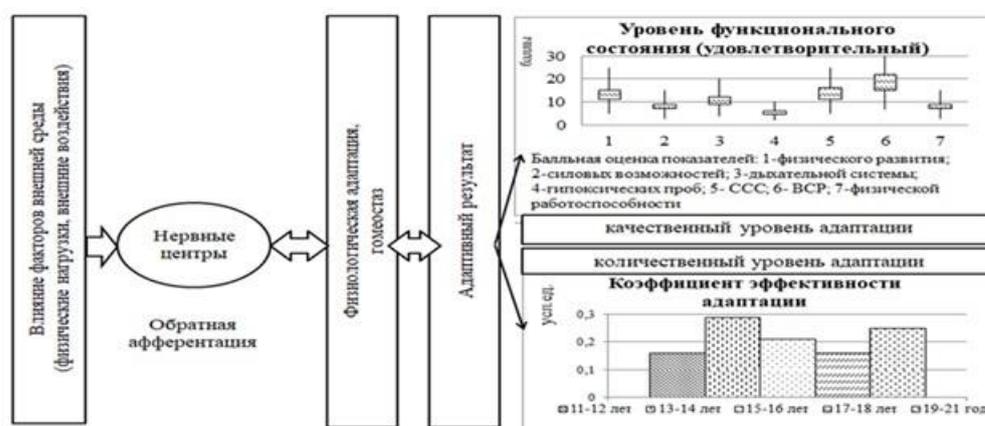


Рис. 2. Структура адаптивной функциональной системы хоккеистов на этапах многолетней подготовки

На основании выше изложенного, нами была предложена структура адаптивной функциональной системы хоккеистов на этапах многолетней подготовки (рис. 2). Данная структура АФС содержит качественный и количественный уровень адаптации хоккеистов разных возрастных групп, которые отражают их вклад в адаптивный результат.

Заключение. Таким образом, данный подход к определению состояния АФС организма спортсмена с использованием шкал дифференцированной оценки функционального состояния и физической работоспособности позволяет грамотно подойти к определению перспективности игрока и оптимизировать тренировочный процесс с целью достижения высоких спортивных результатов.

Список литературы

- Анохин П.К.* 1980. Узловые вопросы теории функциональной системы. М.: Наука. 195 с.
- Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 236 с.
- Бондарь Н.В.* 2000. О критериях эффективности адаптации сердечно-сосудистой системы // Физиология развития человека: Материалы международной конференции, посвящ. 55-летию Института возрастной физиологии РАО. М.: Изд-во НПО «Образование от А до Я». С. 112-114.
- Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А., Хузина Г.К., Яруллин А.Г.* 2019. Критерии биологической надежности растущего организма и взрослых спортсменов // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. Т. 14. № 2. С. 97-102.
- Доева А.Н.* 2018. Определение понятия «Адаптация на физическую нагрузку» // Вестник АГУ. Выпуск 2 (218). С. 115-118.
- Калинина И.Н., Линдт Т.А.* 2021. Совокупность характеристик морфологической и функциональной адаптации хоккеистов на этапах многолетней подготовки // Спорт, Человек, Здоровье : Материалы X Международного Конгресса, посвященного 125-летию со дня создания НГУ им. П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, 08-10 декабря 2021 года. Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". С. 225-227.
- Криволапчук И.А.* 2015. Педагогическое сопровождение роста и развития детей в процессе физического воспитания: сообщение III. Биологическая надежность, обусловленность развития полом и уровнем двигательной активности, рекомендации // Сибирский педагогический журнал. №3. С. 19-25.
- Ланда Б.Х.* 2011. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности. М.: Советский спорт. 348 с.
- Линдт Т.А., Калинина И.Н., Лунина Н.В.* 2021. Адаптация организма хоккеистов с позиции формирования функциональных систем // Современные вопросы биомедицины. Т. 5. № 1 (14). С. 10.
- Маркосян А.А.* 1969. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков / Под ред. акад. А.А. Маркосяна; Ин-т возрастной физиологии АПН СССР. М.: Медицина. 575 с.

MORPHOFUNCTIONAL CRITERIA FOR ADAPTATION OF HOCKEY PLAYERS IN A LONG-TERM TRAINING PROCESS

T.A. Lindt¹, I.N. Kalinina²

¹Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk

²Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar

A comprehensive examination of 172 hockey players aged 11 to 21 years was conducted, during which physical development, indicators of the respiratory and cardiovascular systems, autonomic regulation of heart rhythm, the level of aerobic and anaerobic performance were studied. The research results were subjected to multifactorial and correlation analysis. Indicators with medium and high correlation coefficients were used to compile scales of differentiated assessment of the functional state of hockey players. The quantitative and qualitative composition of the adaptive functional system of hockey players at each stage of the long-term training process is substantiated.

Keywords: *hockey, training stages, coefficient of adaptation efficiency, adaptive functional system.*

Об авторах:

ЛИНДТ Татьяна Александровна – старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», 644071, Омск, ул. Масленникова, д. 144, e-mail: lta@bk.ru.

КАЛИНИНА Ирина Николаевна – доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», 350015, Краснодар, ул. им. Буденного, 161; e-mail: kalininirina@yandex.ru.

Линдт Т.А. Морфофункциональные критерии адаптации хоккеистов в многолетнем тренировочном процессе / Т.А. Линдт, И.Н. Калинина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 7-16.

Дата поступления рукописи в редакцию: 06.04.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

БИОХИМИЯ

УДК 577.218 (470.331)
DOI: 10.26456/vtbio315

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРИОТИПОВ У ЭМБРИОНОВ ЧЕЛОВЕКА ПРИ НЕВЫНАШИВАНИИ БЕРЕМЕННОСТИ

П.В. Голубкина, А.Н. Панкрушина
Тверской государственной университет, Тверь

Исследование проводилось в течение двух лет на базе генетической лаборатории ООО «Медикал Геномикс» в г. Тверь. В ходе исследования проведён анализ 227 эмбрионов на наличие различных хромосомных аномалий. Для получения геномных профилей проводили подготовку геномных библиотек и секвенирование методом NGS. Полученные данные сгруппированы с учётом полового кариотипа эмбрионов, а также с учётом возраста матери на момент потери беременности. Для каждой группы получено процентное соотношение по типам хромосомных аномалий и распределение частот мутаций в хромосомах. Выявлены общие закономерности и различия в частотах и формах трисомий и моносомий, наиболее часто встречающиеся мутации, в том числе, в половых хромосомах. Выявлены изменения частот мутаций у плода в возрастном аспекте матери.

Ключевые слова: кариотип, хромосомные аномалии, анеуплоидии, эмбрион человека, абортивный материал, геномный профиль, метод NGS.

Введение. Проблема невынашивания беременности является одной из наиболее важных в области современной репродуктивной медицины. Согласно статистическим данным, случаи невынашивания от общего числа зарегистрированных беременностей составляют от 15% до 25% (Подкаменева, 2019). Так как около 50%, а по некоторым данным – до 80%, самопроизвольных абортов (выкидышей) происходит в первом триместре беременности, предполагают ещё большее их количество на доклиническом этапе (Berghella, 2012). Понимание причин столь распространённого явления важно для последующих исследований и разработок в данной области, для предупреждения самопроизвольного аборта у женщин при планировании беременности, а также для сохранения здоровья женщины и ребёнка, и для контроля за рождаемостью в целом.

Целью исследования было установить возможные генетические причины остановившихся в развитии беременностей и

самопроизвольных абортс как наиболее распространённых случаев невынашивания.

Методика. Исследование проводилось на базе лаборатории "Медикал Геномикс", г. Тверь в течение двух лет (2020 – 2022 гг.). В ходе исследования изучен плодный материал (хорион, ткани плода) 227 эмбрионов на сроке от 3 до 20 недель развития (Ткаченко, 2021). Возраст женщин, у которых производился забор биоматериала, варьируется от 20 до 46 лет. Все данные пациенток были обезличены.

На начальном этапе проводили отбор биоматериала плодного происхождения при помощи стереоскопического микроскопа Микромед МС-1 (рис. 1), а также забор крови у женщин с помощью вакуумной системы для забора крови Vacuette (объёмом 4 мл с ЭДТА-К3). Для выделения ДНК из плодного материала и крови матери применялся колоночный метод с использованием набора «QIAamp Fast DNA Tissue Kit» производства QIAGEN. Полученные образцы ДНК амплифицировали с помощью набора реагентов для ПЦР «VeriFiler Express PCR Amplification Kit» производства Thermo Fisher Scientific, далее секвенировали при помощи генетического анализатора Applied Biosystems 3500 производства Thermo Fisher Scientific. Проводили сравнение полученных профилей ДНК матери и плода по 25 локусам при помощи прилагающегося программного обеспечения GeneMapper. На данном этапе проводилась проверка на контаминацию полученных проб ДНК материнским материалом, а также проверка родства во избежание возможных ошибок.

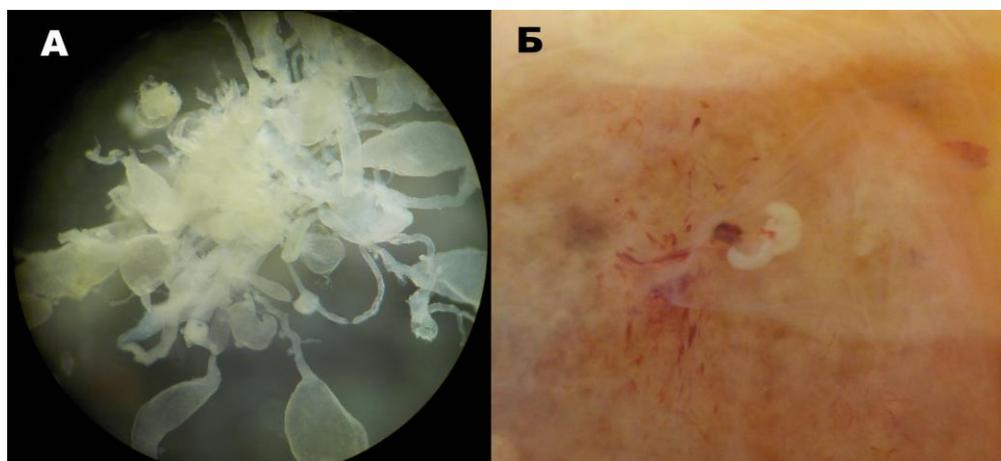


Рис. 1. Образцы плодного материала: А – ворсины хориона в растворе DPBS при 2-кратном увеличении микроскопа «Микромед» МС-1; Б – эмбрион человека на 3-4 неделе развития

На следующем этапе исследования проводили подготовку геномных библиотек с использованием полученных образцов ДНК

плодного материала, для чего использовали набор «VeriSeq PGS Library Prep Kit» производства Illumina. Далее подготавливали пул геномных библиотек и осуществляли секвенирование методом NGS. Для секвенирования использовали набор реагентов «MiSeq Reagent Kit v3 – PGS» и секвенатор MiSeq System производства Illumina. Анализ «сырых» данных проводили с помощью прилагающегося программного обеспечения BlueFuse Multi Software, с помощью которого получали геномные профили для интерпретации результатов анализа (рис. 2).

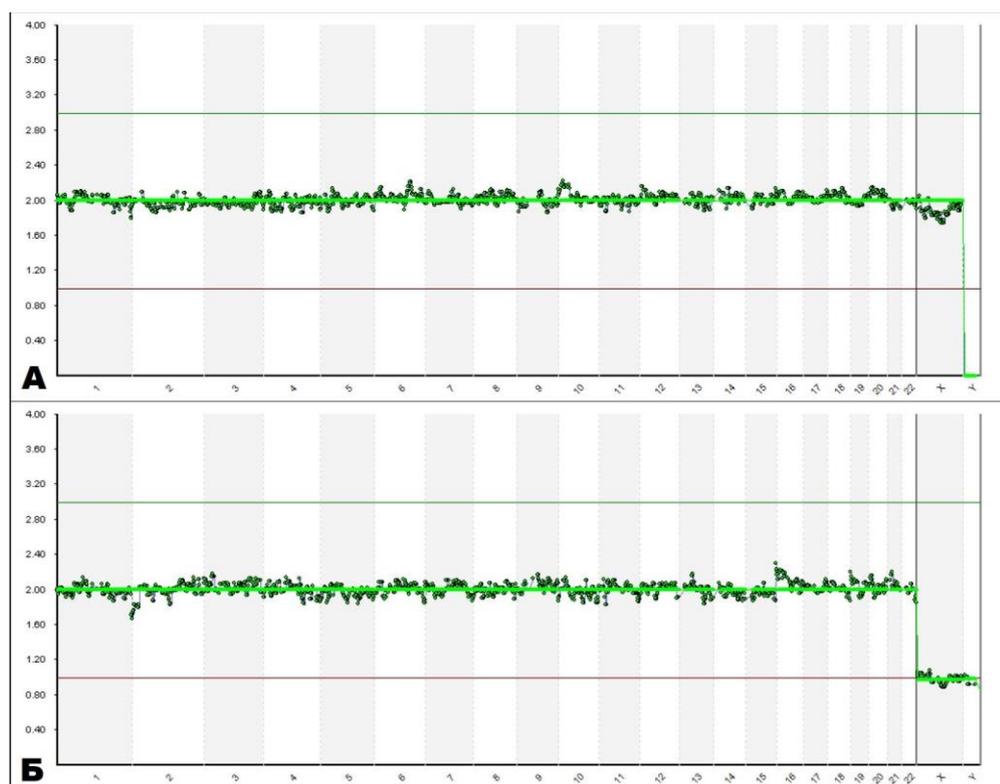


Рис. 2. Примеры геномных профилей, полученных при помощи ПО «BlueFuse Multi Software»: А – женский геномный профиль без анеуплоидий (1-22, X)x2; Б – мужской геномный профиль без анеуплоидий (1-22)x2,(X,Y)x1

Для оценки частот хромосомных аномалий полученные результаты были распределены по половому и возрастному принципам. В первом случае были выделены две группы, в которые вошли данные по эмбрионам с женским и мужским половыми кариотипами, а также третья группа, включающая данные по эмбрионам неопределённого пола, которые имели аномалии в половых хромосомах (Ли, 2019). Количество случаев в группах составило 80 (XX), 110 (XY) и 37 (X/Y/0), соответственно. При распределении по

возрастному принципу были получены две группы. В первую группу вошли случаи, в которых возраст матери на момент потери беременности составлял от 20 до 34 лет, во вторую – от 35 до 46 лет. Количество случаев в каждой группе составило 123 и 102, соответственно. При данном распределении не были учтены 2 случая, которые не соответствовали необходимым критериям отбора (Никитина, 2018).

Для каждой группы было подсчитано количественное и процентное соотношение эуплоидных и анеуплоидных кариотипов, а также получено распределение частот обнаруженных мутаций по хромосомам. Оценка достоверности различий полученных частот проводилась с использованием критерия хи-квадрат Пирсона ($p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$).

Результаты и обсуждение. При распределении по половому признаку были получены следующие результаты:

Группа 1 (эмбрионы с женским половым кариотипом) – количество эуплоидных эмбрионов составило 37 (46.25%), анеуплоидных – 43 (53.75%). Среди анеуплоидных эмбрионов обнаружены следующие хромосомные аномалии (ХА): трисомии – 40 (93.02%), моносомии – 1 (2.33%), мозаицизм – 1 (2.33%), рекомбинантная хромосома (делеция и дупликация различных участков одной хромосомы) – 1 (2.33%). Установленные случаи моносомии, мозаицизма и рекомбинантной хромосомы представлены ХА по 21, 19 и 8 хромосомам, соответственно; все установленные случаи трисомии в данной группе были представлены ХА по одной хромосоме в кариотипе (рис. 3). Частота ХА в данной группе распределена следующим образом (рис. 4): 10 случаев по 16 хромосоме (23.26%); 7 – по 22 хромосоме (16.28%); 5 – по 21 хромосоме (11.63%); 4 – по 15 хромосоме (9.3%); 3 – по 8 хромосоме (6.98%); 2 – по 4, 7, 10 и 13 хромосомам (4.65%), 1 – по 1, 6, 9, 12, 18 и 19 хромосомам (2.33%). В данной группе не было зарегистрировано ХА по 2, 3, 5, 11, 14, 17 и 20 хромосомам.

Группа 2 (эмбрионы с мужским половым кариотипом) – количество эуплоидных эмбрионов составило 51 (46.36%), анеуплоидных – 59 (53.64%). Среди анеуплоидных эмбрионов обнаружены следующие ХА: трисомии – 54 (91.53%), мозаицизм – 2 (3.39%), моносомии – 1 (1.69%), делеции – 1 (1.69%), рекомбинантная хромосома – 1 (1.69%). Установленные случаи мозаицизма представлены ХА по 10 и 18 хромосомам, моносомии – по 21 хромосоме, делеции и рекомбинантной хромосомы – по 8 хромосоме (рис. 3).

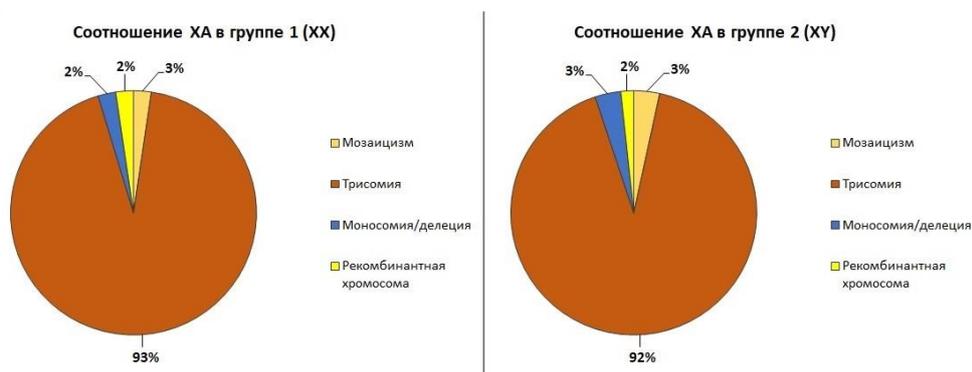


Рис. 3. Сравнение графиков соотношения типов хромосомных аномалий в группах с женским (группа 1) и мужским (группа 2) половым кариотипом

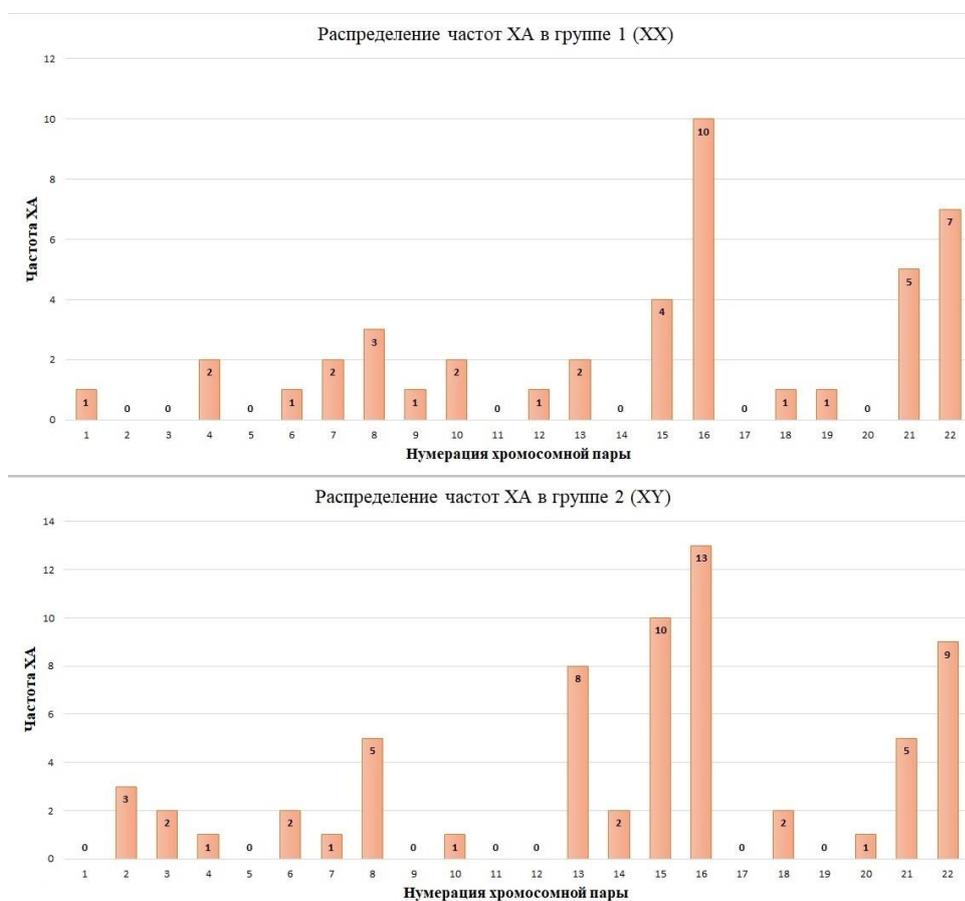


Рис. 4. Сравнение графиков распределения частот ХА по хромосомным парам в группах 1 и 2.

Среди установленных случаев трисомии обнаружено 6, включающих ХА по двум хромосомам в кариотипе (10.2% от числа

кариотипов с ХА), что повлияло на определение общего процентного соотношения ХА по хромосомам в данной группе. Частоты ХА в данной группе распределены следующим образом (рис. 4): 13 случаев по 16 хромосоме (20%); 10 – по 15 хромосоме (15.38%); 9 – по 22 хромосоме (13.85%), 8 – по 13 хромосоме (12.31%), 5 – по 8, и 21 хромосомам (7.69%); 3 – по 2 хромосоме (4.62%), 2 – по 3, 6, 14 и 18 хромосомам (3.08%); 1 – по 4, 7, 10 и 20 хромосомам (1.54%). В данной группе не было зарегистрировано ХА по 1, 5, 9, 11, 12, 17 и 19 хромосомам.

Группа 3 (эмбрионы с неопределённым половым кариотипом) – в силу специфики мутаций в данную группу вошли только анеуплоидные эмбрионы. Среди эмбрионов данной группы обнаружены следующие ХА: моносомия по Х-хромосоме (утрата одной из половых хромосом) – 20 (54.05%), триплоидии – 13 (35.14%), мозаицизм половых хромосом – 4 (10.81%). Все случаи мозаицизма половых хромосом представлены ХА по Х-хромосоме, однако в одном из них данная мутация сочетается также с мозаицизмом по 2 хромосоме (рис. 5).

Соотношение ХА в группе с неопределённым половым кариотипом

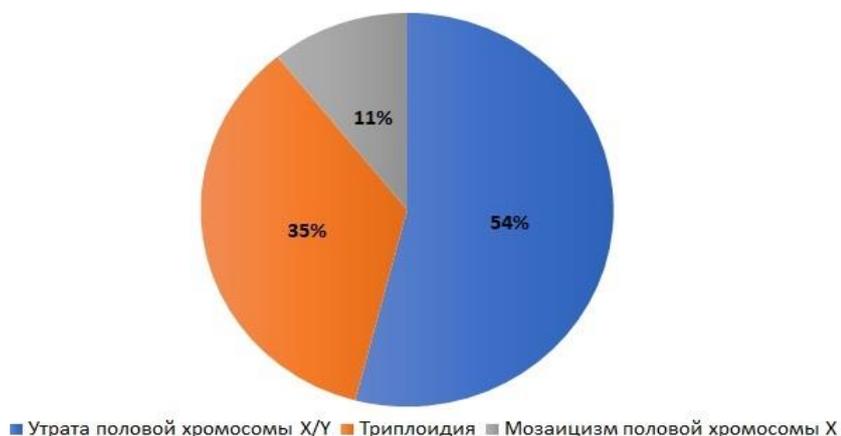


Рис. 5. Соотношение типов ХА в группе 3

При распределении по возрастному признаку были получены следующие результаты:

Группа I (от 20 до 34 лет) – количество эуплоидных эмбрионов составило 53 (43.09%), анеуплоидных – 70 (56.91%). Соотношение полов в данной группе распределено следующим образом: эмбрионы женского пола (XX) – 41 (44.57%), мужского (XY) – 55 (59.78%), неопределённого пола (X/Y) – 27 (29.35%). Среди анеуплоидных

эмбрионов обнаружены следующие ХА: трисомии – 40 (56.34%), триплоидии – 12 (16.9%), моносомии по X-хромосоме – 12 (16.9%), мозаицизм – 6 (8.45%), делеции – 1 (1.41%). Установленные случаи мозаицизма представлены ХА по 2, 10, 18 и 19 хромосомам, а также по X-хромосоме, случаи делеции – по 8 хромосоме, случаев моносомии аутосом в группе не выявлено. В данной группе зарегистрирован 1 случай комбинированных трисомий. Частота ХА в данной группе распределена следующим образом (рис. 6): 15 случаев мутаций по X-хромосоме (20.55%); 12 – триплоидии (16.44%); 11 – по 16 хромосоме (15.07%); 8 – по 22 хромосоме (10.96%); 5 – по 15 хромосоме (6.85%); 4 – по 13 хромосоме (5.48%); 3 – по 2 хромосоме (4.11%); 2 – по 3, 6, 7, 8 и 10 хромосомам (2.74%); 1 – по 1, 4, 18, 19 и 21 хромосомам (1.37%). В данной группе не было зарегистрировано ХА по 5, 9, 11, 12, 14, 17 и 20 хромосомам.



Рис. 6. Распределение частот ХА в группах I и II

Группа II (от 35 до 46 лет) – количество эуплоидных эмбрионов составило 34 (33.33%), анеуплоидных – 68 (66.67%). Соотношение полов в данной группе распределено следующим образом: эмбрионы женского пола (XX) – 39 (38.24%), мужского (XY) – 54 (52.94%), неопределённого пола (X/Y) – 9 (8.82%). Среди анеуплоидных эмбрионов обнаружены следующие ХА: трисомии – 60 (82.19%), моносомии – 9 (12.33%), рекомбинантная хромосома – 2 (2.74%), триплоидии – 1 (1.37%), мозаицизм – 1 (1.37%). Установленные случаи моносомии в 2 случаях представлены ХА по 21 хромосоме (2.74% от общего числа), в 7 – по X-хромосоме (9.59%). Единственный случай мозаицизма представлен также ХА по X-хромосоме. Оба случая рекомбинантной хромосомы, как было отмечено выше, представлены ХА по 8 хромосоме. В данной группе зарегистрировано 5 случаев комбинированных трисомий. Частота ХА в данной группе распределена следующим образом (рис. 6): 12 случаев по 16

хромосоме (16.44%); 10 – по 15 хромосоме (13.7%); 9 – по 21 хромосоме (12.33%); 8 – моносомии по X-хромосоме, а также ХА по 22 хромосоме (10.96%); 6 – по 8 и 13 хромосомам (8.22%); 2 – по 4, 14 и 18 хромосомам (2.74%); 1 – триплоидии, а также ХА по 2, 6, 7, 9, 10, 12 и 20 хромосомам. В данной группе не было зарегистрировано ХА по 1, 3, 5, 11, 17 и 19 хромосомам.

Заключение. В группах 1 и 2 (женский и мужской половые кариотипы) было получено идентичное распределение кариотипов на эуплоидные и анеуплоидные практически в равных соотношениях с некоторым смещением (~5%) в сторону анеуплоидий. Также в обеих группах преобладают случаи трисомии (~90%); случаи мозаицизма, моносомий, делеций и рекомбинантных хромосом имеют малую долю и приблизительно равное распределение в общем количестве (~2-5%). Наибольшая частота ХА в обеих группах выявлена по 16 хромосоме, ХА по 15, 21 и 22 хромосомам также являются наиболее распространёнными. Не выявлено ни одного случая ХА по 5, 11 и 17 хромосомам. Стоит отметить, что все анеуплоидные кариотипы с комбинациями трисомий по различным хромосомам обнаружены в группе 2 (с мужским половым кариотипом) ($p \leq 0.05$). Группа 3 (неопределённый половой кариотип) представлена в основном кариотипами с моносомией и мозаицизмом по X-хромосоме. В данном исследовании не было выявлено сочетания ХА половых хромосом с трисомией, моносомией и другими типами ХА аутомом, кроме единственного случая сочетания с мозаицизмом 2 хромосомы.

При распределении данных по возрастному принципу было обнаружено, что доля эуплоидных кариотипов значительно меньше во II группе (>10%). Полученный результат соответствует известным данным о том, что вероятность появления ХА с возрастом повышается. При этом доля ХА в половых хромосомах уменьшается в более поздней возрастной группе (>14%), доля женских и мужских кариотипов, соответственно, повышается. Во II группе достоверно повышается ($p \leq 0.01$) доля трисомий (>29%), значительно снижается доля триплоидий (>17%; $p \leq 0.01$) и мозаицизма (>10%; $p \leq 0.05$). Также стоит отметить достоверное увеличение частоты ХА по 21 хромосоме ($p \leq 0.01$). В целом, среди аутомом в обеих возрастных группах преобладают ХА по 16, 15 и 22 хромосомам. Оба случая рекомбинантной 8-й хромосомы зарегистрированы также в более поздней возрастной группе, однако в I группе выявлен случай делеции 8 хромосомы.

Авторы выражают благодарность генетической лаборатории ООО «Медикал Геномикс» (г. Тверь) за консультирование по вопросам исследования и за помощь в анализе полученных данных.

Список литературы

- Никитина Т.В.* 2018. Неслучайное распределение кариотипов эмбрионов у женщин с привычным невынашиванием беременности / Т.В. Никитина, Д.И. Жигалина, Е.А. Саженова и др. // Медицинская генетика. Т. 17. № 1. С. 50-56.
- Панкрушина А.Н., Калиничева И.А.* 2021. Неинвазивное исследование генетических аномалий эмбрионов человека // Вестн. Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. № 4 (64). С. 33-40.
- Подкаменева Т.В.* 2019. Невынашивание в первом и во втором триместрах беременности / Т.В. Подкаменева, В.В. Флоренсов, О.Е. Баряева, М.Ю. Ахметова, Н.В. Бурдукова, Д.А. Ступин, Е.И. Иванова. Иркутск: ИГМУ. 58 с.
- Ткаченко Л.В.* 2021. Невынашивание беременности / Л.В. Ткаченко, Н.Д. Углова, Н.И. Свиридова, Т.И. Костенко, И.А. Гриценко, Т.В. Складановская. Волгоград: Изд-во ВолГМУ. 60 с.
- Berghella V.* 2012. Early pregnancy loss / Obstetric Evidence Based Guidelines. 2nd ed. P. 142–149.
- Hartwell L.* 2010. Genetics: from genes to genomes. 4 th edition. McGraw-Hill Education. 379 p.
- Hogge W.A.* 2003. The clinical use of karyotyping spontaneous abortions // Am. J. Obstet. Gynaecol. V. 189. № 2. P. 397-402.
- Prager S.* 2020. Pregnancy loss (miscarriage): Risk factors, etiology, clinical manifestations, and diagnostic evaluation [Electronic resource] / S. Prager, E. Vicks, V. Datton. URL: <https://www.uptodate.com/contents/pregnancy-loss-miscarriage-riskfactors-etiology-clinical-manifestations-and-diagnostic-evaluation>.
- Recurrent pregnancy loss: Guideline of the European Society of Reproduction and Embryology.* 2017 [Electronic resource] /European Society of Reproduction and Embryology early pregnancy development group. URL: <http://eshre.eu/guidelines-andlegal/guidelines/>.
- Sahoo T.* 2016. Comprehensive genetic analysis of pregnancy loss by chromosomal microarrays: outcomes, benefits and challenges / T. Sahoo, N. Dzidic, M. N. Strecker et al. // Genet Med. V. 19. № 1. P. 83-89.

THE STUDY OF HUMAN EMBRYO KARYOTYPES AT MISCARRIAGE

P.V. Golubkina, A.N. Pankrushina
Tver State University, Tver

The study of human embryo karyotypes at miscarriage was carried out at the genetic laboratory LLC "Medical Genomics" in Tver for over 2 years. The analysis of 227 embryos for the presence of various chromosomal abnormalities was conducted. To obtain genomic profiles, genomic libraries

were prepared, and sequencing was performed using the NGS method. The data was grouped taking into account the sex of the embryos, as well as the age of the mother at the time of pregnancy loss. For each group, the percentage ratio of types of chromosomal abnormalities and the distribution of mutation frequencies in chromosomes were defined. General patterns, differences in the frequencies and forms of trisomies and monosomies and the most common mutations were identified, including those in sex chromosomes. Changes in mutation frequencies in the fetus were identified in relation to the maternal age aspect.

Keywords: *karyotype, chromosomal abnormalities, aneuploidies, human embryo, abortion tissue, genomic profile, the NGS method.*

Об авторах:

ГОЛУБКИНА Полина Владиславовна – магистрант 2 курса биологического факультета по направлению 06.04.01 Биология, (программа «Медико-биологические науки»), ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: pol8199@yandex.ru.

ПАНКРУШИНА Алла Николаевна – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: Pankrushina.AN@tversu.ru.

Голубкина П.В. Исследование кариотипов у эмбрионов человека при невынашивании беременности / П.В. Голубкина, А.Н. Панкрушина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 17-26.

Дата поступления рукописи в редакцию: 02.08.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

ЗООЛОГИЯ

УДК 595.78 (470.331)
DOI: 10.26456/vtbio316

ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЫЕМЧАТОКРЫЛЫХ МОЛЕЙ (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) УДОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г.Коробков¹, В.И. Пискунов²

¹Удомельское лесничество Тверской области, Удомля

²Витебский государственный университет им. П. М. Машерова,
Витебск (Беларусь)

Приведен аннотированный список 98 видов выемчатокрылых молей (Lepidoptera, Gelechiidae), собранных в Удомельском районе Тверской области. Впервые для центрального региона европейской части России отмечены 12 видов *Metzneria aestivella* (Zeller, 1839), *Monochroa rumicetella* (O.Hofmann, 1868), *Monochroa suffusella* (Douglas, 1850), *Psoricoptera gibbosella* (Zeller, 1839) *Chionodes ignorantella* (Herrich-Schäffer, 1854), *Athrips amoenella* (Frey, 1882), *Athrips. prunoisella* (Leinig et Zeller, 1841), *Scrobipalpa pauperella* (Heinemann, 1870), *Caryocolum blandelloides* Karsholt, 1981, *Caryocolum pullatella* (Tengström, 1848), *Altenia scriptella* (Hübner, [1796]), *Brachmia inornatella* (Douglas, 1850).

Ключевые слова: *Lepidoptera*, *Gelechiidae*, *Тверская область*, *Удомельский район*.

Видовой состав фауны молевидных чешуекрылых Тверской области изучен пока еще недостаточно. До сих пор опубликованы лишь списки ширококрылых и плоских молей (Коробков, 2009), листовертков (Коробков, 2012), огневок (Коробков, Синев, 2010), небольшие дополнения к вышеперечисленным работам (Коробков и др., 2014) и список ипономеутоидных чешуекрылых (Синев, Коробков, 2016). Настоящая статья продолжает обобщение результатов фаунистического исследования лепидоптерофауны Удомельского района, проводившегося в 1993-2020 гг.

Сбор материала осуществлялся А.Г. Коробковым в дневное и ночное время с использованием ртутных (ДРЛ-125, ДРЛ-250, Phillips 160), ультрафиолетовых (MADIX 20 и 32 Вт) и энергосберегающих (Wolta 20 и 32 Вт) ламп. Начиная с 2006 г., применялись также постоянно действующие светоловушки. Определение видового состава проведено В.И. Пискуновым на основа нии признаков внешней

морфологии и строения генитального аппарата, с использованием специальной литературы.

Для каждого вида в списке приведены все местонахождения и крайние в пределах сезона даты сборов, а также частота встречаемости. Для видов, известных на территории района по единичным находкам, указаны точные даты сборов. Частоту встречаемости оценивали на основании многолетних данных по следующей шкале: очень редко – не более 2 экземпляров за сезон; редко – 3-10 экземпляров за сезон; нередко – 11-30 экземпляров за сезон; часто – более 30 экземпляров за сезон. Звездочкой (*) отмечены виды, впервые указываемые для Центра Европейской России. Систематика и номенклатура в аннотированном списке видов даны по Каталогу чешуекрылых России (Каталог, 2019).

Семейство Gelechiidae

Подсемейство Anomologinae

- *1. *Metzneria aestivella* (Zeller, 1839) – Доронино 12-26.VII.2014.
2. *M. aprilella* (Herrich-Schäffer, 1861) – Голубые озера, Молдино, Удомля. 16.VI – 28.VII. Очень редко.
3. *M. ehikeella* Gozmany, 1954 – Голубые озера, Боглаево, Доронино, Лугинино, Молдино, Удомля. 5.VI – 3.VII. Редко.
4. *M. lappella* (Linnaeus, 1758) – Голубые озера, Боглаево, Доронино, Молдино, Сельцо-Карельское. 11.VI – 8.VIII. Нередко.
5. *M. metzneriella* (Stainton, 1851) – Воронцово, Голубые озера, Боглаево, Доронино, Лугинино, Молдино, Удомля. 2.VI – 22.VII. Часто.
6. *M. neuropterella* (Zeller, 1839) – Лугинино 19-21.VI.2009; Молдино 8.VIII.2015; Доронино 28.VII-4.VIII.2015.
7. *M. santolinella* (Amsel, 1936) – Устье 10.VI.2013.
8. *Isophrictis anthemidella* (Wocke, 1871) – Молдино, Удомля, Устье. 10.VI – 30.VII. Очень редко.
9. *I. striatella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Боглаево 31.VI-13.VII.2012, 28.VI-11.VII.2014, 12-25.VII.2014, 17.VII-4.VIII.2015.
10. *Argolamprotes micella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Молдино. 26.VI – 12.VIII. Редко.
11. *Monochroa consperella* (Herrich Schäffer, 1854) – Голубые озера 1-3.IX.2011; Боглаево 23.IX-14.X.2011; Доронино 28.VI-4.VII.2012, 24.VI-2.VII.2014.
12. *M. elongella* (Heineman, 1870) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Молдино. 22.VI – 8.VIII. Редко.
13. *M. hornigi* (Staudinger, 1883) – Молдино 24.VI.2012; Доронино 24.VI-2.VII.2014.

14. *M. lucidella* (Stephens, 1934) – Голубые озера, Молдино, окр. оз. Наволок. 27.VI – 30.VII. Очень редко.

15. *M. lutulentella* (Zeller, 1839) – Боглаево 29.VI-5.VII.2010, 1-16.VII.2015; Доронино 11-13.VI.2013.

*16. *M. rumicetella* (O.Hofmann, 1868) – Боглаево, Голубые озера, Молдино. 24.V – 2.VIII. Очень редко.

17. *M. sepicolella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Боглаево 2-16.VI.2012, 14-27.V.2014, 1-16.VII.2015; Молдино 17. VI.2017.

18. *M. servella* (Zeller, 1839) – Боглаево 27.VI-11.VIII.2014; Молдино 22.VII.2015.

19. *M. simplicella* (Lienig et Zeller, 1846) – Боглаево, Воронцово, Голубые озера, Доронино, Молдино, Сельцо-Карельское. 2.VI – 2.VIII. Редко.

*20. *M. suffusella* (Douglas, 1850) – Молдино 29-30.VI.2011.

21. *M. tenebrella* (Hübner, [1817]) – Молдино 12. VII.2005.

22. *Eulamprotes atrella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Молдино, Сельцо-Карельское. 16.VI – 20.VIII. Редко.

23. *E. superbella* (Zeller, 1839) – Сменово 5.VI.2013.

24. *E. unicolorella* (Duponchel, 1843) – Доронино, Удомля. 3.VI – 28.VII. Очень редко.

25. *E. wilkella* (Linnaeus, 1758) – Боглаево, Голубые озера, Молдино. 3.VII – 29.VII. Редко.

26. *Chrysoesthia drurella* (Fabricius, 1775) – Голубые озера 17.VIII.2008; Молдино. 10.V.2009.

27. *C. sexguttella* (Thunberg, 1794) – Боглаево, Голубые озера, Молдино. 16.VI – 16.VIII. Очень редко.

28. *Aristotelia subdecurtella* (Stainton, 1859) – Доронино 28.VI-4.VII.2012.

29. *Xystophora pulveratella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Воронцово, Голубые озера, Доронино, Молдино, Сельцо-Карельское, Удомля. 31.V – 3.VII. Очень редко.

30. *Bryotropha affinis* (Haworth, 1828) – Боглаево 1-16.VII.2015, Молдино 13.VII.2008.

31. *B. galbanella* (Zeller, 1839) – Голубые озера 29.VI.2007; Молдино 4-6. VIII.2017.

32. *B. senectella* (Zeller, 1839) – Боглаево 5-25.VIII.2015; Молдино 29. VII.2017, 1.VIII.2017 (2 экз.), 8.VIII.2017; Удомля 26.VI.2014, 24.VII.2014 (2 экз.).

33. *B. similis* (Stainton, 1854) – Боглаево, Воронцово, Голубые озера, Доронино, Молдино, Удомля. 27. VI – 23.VIII. Редко.

34. *B. terrella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино. 27.VI – 24.VII. Нередко.

35 *Pexicopia malvella* (Hübner, [1805]) – Боглаево, Доронино, Молдино. 15.VI – 21.VIII. Редко.

Подсемейство Gelechiinae

36. *Gelechia cuneatella* Douglas, 1852 – Доронино, Молдино. 8.VIII – 18.VIII. Очень редко.

37. *G. jakovlevi* Krulikowsky, 1905 – Доронино, Молдино. 20.VI – 10.VIII. Очень редко.

38. *G. muscosella* Zeller, 1839 – Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино, Сельцо-Карельское. 28.VI – 29.VII. Очень редко.

39. *G. nigra* (Haworth, 1828) – Молдино 31.VII.2005.

40. *G. rhombella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Молдино. 2.VII – 18.VIII. Нередко.

41. *G. scotinella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Молдино 24.VII.2015.

42. *G. sororculella* (Hübner, [1817]) – Доронино 5-11.VII.2013, 28.VII-4.VIII.2015 (2экз); Молдино 9-11.VII.2015.

43. *Psoricoptera gibbosella* (Zeller, 1839) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино. 30.VII – 4.X. Нередко.

*44. *P. speciosella* Teich, 1892 – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино. 16.VII – 4.X. Нередко.

45. *Chionodes distinctella* (Zeller, 1839) – Боглаево 17-23.VI.2010; Голубые озера 3-11.VII.2014; Доронино 3-11.VII.2012; Удомля 28.VI.2016 (2 экз.), 17.VII.2017.

46. *C. fumatella* (Douglas, 1850) – Удомля 24.VII.2014.

*47. *C. ignorantella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Молдино 4.VII.2015.

48. *C. luctuella* (Hübner, 1793) – Молдино 30.VII.2018.

49. *Aroga velocella* (Duponchel, 1838) – Боглаево, Доронино, Молдино, 13.V – 24.VIII. Очень редко.

50. *Filatima incomptella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Боглаево 14-27.V.2014, Пеньково 30.V.2013.

51. *Neofriseria peliella* (Treichske, 1835) – Боглаево 26.VII.2011; Голубые озера 8-15.VIII.2011.

*52. *Athrips amoenella* (Frey, 1882) – Боглаево, Голубые озера. 20.V – 9.VI. Очень редко.

53. *A. mouffetella* (Linnaeus, 1758) – Доронино 2.VI-24.VII.2014.

*54. *A. prunoisella* (Leinig et Zeller, 1841) – Молдино 16.VII.2016.

55. *A. tetrapunctella* (Thunberg, 1794) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино. 26.V – 25.VI. Очень редко.

56. *Scrobipalpa acuminatella* (Sircorn, 1850) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Молдино, Сельцо-Карельское. 9.V – 12.VI. Редко.

57. *S. atriplicella* (Fischer von Röslerstamm, [1841]) – Боглаево, Голубые озера, Молдино. 20.V – 19.IX. Нередко.

58. *S. obsoletella* (Fischer von Röslerstamm, [1841]) – Молдино 1-2.VIII. 2014, 8.VIII.2015.

*59. *S. pauperella* (Heinemann, 1870) (= *klimeschi* Povolny, 1967) – Боглаево, Доронино, Молдино, Удомля. 20.V – 13.VII. Редко.

60. *S. proclivella* (Fuchs, 1886) – Боглаево 21-27.V.2010, 8-17.V.2013; Доронино 1-14.V.2014; Молдино 20.V.2015.

*61 *Caryocolum blandelloides* Karsholt, 1981 – Голубые озера 6.VIII.2006; Молдино 7.VIII.2016.

62. *C. cassella* (Walker, 1864) – Боглаево 12-25.VII.2014, Голубые озера 18.VIII.2007.

63. *C. fischerella* (Treitschke, 1833) – Молдино 2.IX.2017.

64. *C. kroesmanniella* (Herrich-Schäffer, 1854) – квартал 4 СПК «Весна» 27.VII.2018.

*65. *C. pullatella* (Tengström, 1848) – Боглаево, Голубые озера, Доронино. 8.VIII – 17.IX. Редко.

66. *C. signatella* (Eversmann, 1844) (= *blandella*) – Голубые озера, Доронино, Молдино. 2.VIII – 2.IX./ Очень редко.

67. *C. tricolorella* (Haworth, 1812) – Голубые озера 10.VIII.2008, 14-18.VII.2010.

68. *Recurvaria leucatella* (Clerck, 1759) – Боглаево 28.VII - 3.VIII.2009; Голубые озера 27.VI-1.VII.2009, 13-16.VII.2009; Молдино 17.VII. 2007.

69. *Stenolechia gemmella* (Linnaeus, 1758) – Голубые озера 13-16.VIII.2009, 19-29.VIII.2010; Молдино 7.VIII.2011, 28.VII.2013.

70. *Parachronistis albiceps* (Zeller, 1839) – Голубые озера 22-26.VI.2009.

71. *Teleiodes flavimaculella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Молдино 2-3.VII.2014.

72. *Carpatolechia notatella* (Hübner, [1813]) – Боглаево 2-15.VI.2012; Доронино 4-10.VI.2013, 2-20.X.2015.

73. *C. proximella* (Hübner, [1796]) (= *Teleiodes proximella*, *Pseudotelphusa proximella*) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино, Сельцо-Карельское. 19.V – 1.VII. Очень редко.

74. *Teleiopsis diffinis* (Haworth, 1828) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Молдино. 21.VI - 22.IX. Редко.

75. *Pseudotelphusa paripunctella* (Thunberg, 1794) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Лугинино. 17.V – 1.VII. Очень редко.

*77. *Altenia scriptella* (Hübner, [1796]) – Голубые озера 26-29.VI.2012; Молдино 5.VI.2012, 4.VII.2015 (2 экз.).

78. *Sophronia chilonella* (Treitschke, 1833) – Лугинино 10-11.VII.2009. Удомля 3.VII.2017.

79. *S. humerella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Боглаево 13-19.2011; Удомля 3. VII.2017.

80. *S. semicostella* (Hübner, [1813]) – Удомля 20.VI.2016, 3.VII.2017, 13.VIII.2017.

81. *Syncopacma cinctella* (Clerck, 1759) – Голубые озера, Доронино, Молдино, Удомля. 8.VI – 3.VII. Очень редко.

82. *Aproaerema anthyllidella* (Hübner, [1813]) – Боглаево 20.VIII-2.IX. 2014; Голубые озера 9.VI.2007; Доронино 10-17.VIII.2012.

83. *Anacampsis blattariella* (Hübner, [1796]) – Голубые озера, Доронино, Всесвятское. 24.VII – 28.IX. Очень редко.

84. *A. populella* (Clerck, 1759) – Доронино, Залучье, Курьеваниха, Молдино, квартал 34 Куровского лесничества, квартал 56 Гриблянского лесничества. 25.VII – 21.IX. Редко.

85. *Prolita sexpunctella* (Fabricius, 1794) – Сельцо-Карельское 29.V.2010 (2 экз.), 6.VI.2010, 31.V.2014 (2 экз.).

86. *Brachmia blandella* (Fabricius, 1798) – Боглаево, Молдино. 8.VI – 18.VII. Очень редко.

87. *B. dimidiella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Боглаево 4-20.VII.2009, 28.VI-11.VII.2014; Удомля 26.VI.2014 (2 экз.),

*88. *B. inornatella* (Douglas, 1850) – Молдино 26-27.VI.2015.

Подсемейство Dichomeridinae

89. *Helcystogramma albinervis* (Gerasimov, 1929) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Молдино. 8.VI – 21.VIII. Очень редко.

90. *H. lutatella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Молдино 15. VIII.2006.

91. *H. rufescens* (Haworth, 1828) – Боглаево, Всесвятское, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино, Удомля. 8.VI – 26.VIII. Нередко.

92. *Acompsia cinerella* (Clerck, 1759) – Боглаево, Воронцово, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино, Сменово, Удомля. 26.V – 29.VII. Нередко.

93. *Dichomeris derasella* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – Боглаево, Голубые озера, Молдино. 25.V – 30.VI. Очень редко.

94. *D. limosella* (Schläger, 1849) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Лугинино, Молдино. 26.VI – 29.VIII. Очень редко.

95. *D. rasilella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Боглаево, Голубые озера, Доронино, Молдино. 28.VI – 23.IX. Редко.

96. *Neofaculta ericetella* (Geyer, 1832) – Боглаево 7.VI.2007, 20.VI.2007, 6.VI.2009.

97. *N. infernella* (Herrich-Schäffer, 1854) – Боглаево 28.V-27.VI.2014, Голубые озера 14-18.VI.2010, 4-13.VI.2012.

98. *Hypatima rhomboidella* (Linnaeus, 1758) – Всесвятское, Голубые озера, Доронино, Молдино. 6.VIII – 19.IX. Редко.

Список литературы

- Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России*. Издание 2. 2019 // под ред. С.Ю. Синева. СПб. 448 с.
- Коробков А.Г.* 2009. Фаунистический обзор ширококрылых и плоских молей (Lepidoptera) окрестностей Калининской АЭС // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 15, № 34. С. 112-114.
- Коробков А.Г.* 2012. Листовертки (Tortricidae) Удомельского района Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 27. С. 48-60.
- Коробков А.Г., Львовский А.Л., Матов А.Ю., Миронов В.Г., Синева С.Ю.* 2014. Дополнения и уточнения к фауне чешуекрылых (Lepidoptera) Удомельского района Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2. С. 63-69.
- Коробков А.Г., Синева С.Ю.* 2010. Огневкообразные (Pyraloidea) Удомельского района Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 18. С. 79-84.
- Синёв С.Ю., Коробков А.Г.* 2016. Аннотированный список ипономеутоидных чешуекрылых (LEPIDOPTERA: YPONOMEUTOIDAE) Удомельского района Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2. С. 30-35.

FAUNAL REVIEW OF THE DREDGED-WINGED MOTHS (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) OF THE UDOMELSKY DISTRICT OF THE TVER REGION

A.G. Korobkov¹, V.I. Piskunov²

¹Udomelsky forestry of Tver region, Udomlya

²Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk (Belarus)

An annotated list of 98 species of excavated moths (Lepidoptera, Gelechiidae) collected in the Udomelsky district of the Tver region is given. For the first time, 12 species of *Metzneria aestivella* (Zeller, 1839), *Monochroa rumicetella* (O.Hofmann, 1868), *Monochroa suffusella* (Douglas, 1850), *Psoricoptera gibbosella* (Zeller, 1839) *Chionodes ignorantella* (Herrich-Schäffer, 1854), *Athrips amoenella* (Frey, 1882) were recorded for the central region of the European part of Russia, *Athrips prunoisella* (Leinig et Zeller, 1841), *Scrobipalpa pauperella* (Heinemann, 1870), *Caryocolum blandelloides* Karsholt, 1981, *Caryocolum pullatella* (Tengström, 1848), *Altenia scriptella* (Hübner, [1796]), *Brachmia inornatella* (Douglas, 1850).

Keywords: *Lepidoptera, Gelechi, Tver region, Udomelsky district.*

Об авторах:

КОРОБКОВ Александр Григорьевич – лесничий Удомельского участкового лесничества ГКУ «Удомельское лесничество Тверской области», 171841, Тверская область, Удомля, ул. Попова. e-mail: udomles@rambler.ru.

ПИСКУНОВ Владимир Иванович – заведующий биологическим музеем Витебского государственного университета им. П.М. Машерова. Республика Беларусь, 210038, Витебск, Московский пр., 33. e-mail: kzoolog@vsu.by.

Коробков А.Г. Фаунистический обзор выемчатокрылых молей (Lepidoptera: Gelechiidae) удомельского района тверской области // А.Г.Коробков, В.И. Пискунов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 27-34.

Дата поступления рукописи в редакцию: 16.02.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

БОТАНИКА

УДК 575.113.1:577.21
DOI: 10.26456/vtbio314

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ РАСТЕНИЙ РЕДКОГО В РОССИИ ВИДА *ISOPYRUM THALICTROIDES* L. (RANUNCULACEAE) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ЕГО ПОПУЛЯЦИЙ*

**Е.В. Немцова¹, В.В. Телеганова², Ю.А. Семенищенков¹,
Е.А. Михайлюкова¹, В.А. Курило¹**

¹Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского», Брянск
²ГБУ Калужской области «Дирекция парков», Калуга

В статье обсуждаются результаты сравнительного молекулярно-генетического анализа образцов редкого в России центральноевропейского вида равноплодника василистникового (*Isopyrum thalictroides* L., *Ranunculaceae*). В России этот вид обнаружен в природных условиях только в национальном парке «Угра» (Калужская область). Результаты изучения полиморфизма ДНК, выделенной из 7 образцов с территории России, Беларуси и Украины, позволили определить степень генетического сходства изучаемых образцов и их филогенетические связи, косвенно указывающие на тренды распространения в природе. Генетические паспорта растений *I. thalictroides*, распространенных в Восточной Европе, смогут быть использованы в расширенных исследованиях генетического полиморфизма популяций вида и созданию представлений о его географическом распространении в прошлом и в настоящее время.

Ключевые слова: *Isopyrum thalictroides*, генетический полиморфизм, ISSR-PCR, национальный парк «Угра».

Введение. Молекулярно-генетические методы в настоящее время все чаще используются в экологическом мониторинге популяций растений, в том числе редких, расширяя представления о возможностях их формирования, а также о тенденциях распространения таксонов в будущем (Avisé et al., 1987; Hewitt, 2001; Avisé, 1998, 2009; Потокина и др., 2012; Боронникова, 2009; 2013;

* Исследование выполнено при финансовой поддержке ФГБУ «Национальный парк «Угра» (г. Калуга) в рамках госзадания по теме «Молекулярно-генетическое исследование образцов растений редкого в России вида равноплодника василистникового для изучения его полиморфизма и выяснения возможных путей расселения в Восточной Европе».

Волкова, 2015; Пинаева и др., 2020; и др.). В данном аспекте особую, интересную для изучения группу растений составляют центрально- и западноевропейские виды растений, представленные в средней России у восточных границ своих ареалов. Происхождение изолированных восточных локалитетов многих из таких видов неизвестно или слабо изучено, поэтому служит предметом для обсуждения. В частности, для некоторых западных видов обоснована концепция заноса из регионов Европы в разное историческое время, в том числе спонтанного распространения в военное время (виды-полемохоры); изучению распространения на Западе России таких таксонов посвящен обширный перечень научных работ (см.: Решетникова и др., 2021). Некоторые «западные» виды культивируются в Центральной России (например, *Armeria maritima*, виды *Primula* и т. д.), что делает возможным их расселение из культуры. Однако, несмотря на большой интерес к флористическим инвазиям с Запада, сравнительные молекулярно-генетические исследования в популяциях потенциально заносных видов в России единичны, а их результаты не дают четкого ответа о естественности происхождения «восточных» популяций (Волкова, 2015).

В 2019 г. в Калужской области впервые в России был обнаружен редкий центральноевропейский вид – равноплодник василисниковый (*Isopyrum thalictroides* L., *Ranunculaceae*) – реликт атлантического периода голоцена, синэкологически связанный с буково-дубовыми лесами и распространявшийся к востоку вместе с широколиственными лесами. Он как аборигенный вид занесен в Красную книгу Беларуси (2015), а в России обнаружен в природных условиях только в национальном парке «Угра» (Телеганова, 2019; Телеганова, Майоров, 2019). Изучение возможных путей расселения равноплодника представляет большой интерес.

Как известно, молекулярно-генетическое исследование методом ISSR-PCR является быстрым и удобным методом изучения полиморфизма ДНК. Результаты такого анализа позволяют определить степень генетического сходства изучаемых образцов и их филогенетические связи, косвенно указывающие на тренды распространения в природе (Павлинов, 2005; Лукашов, 2009; и др.). Генетические паспорта растений *I. thalictroides*, распространенных в Восточной Европе, смогут быть использованы в расширенных исследованиях генетического полиморфизма популяций вида и создании представлений о его географическом распространении в прошлом и в настоящее время.

Материал исследования. Работа выполнена в ИННО-центре биотехнологии и экологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского. Объектами молекулярно-

генетического анализа служили образцы ДНК, выделенные из растений *Isopyrum thalictroides*, распространённых на территории России, Республики Беларусь и Украины (табл. 1). Все используемые в процессе исследования образцы являлись гербарными вариантами. ДНК высушенных растений может подвергаться значительной деградации, что может влиять на качество полученных при проведении анализа ампликонов. Поэтому выделение ДНК из образцов проводилось в 2–3-х кратной повторности. Для исследования применяли ткани листовой пластинки.

В основе молекулярно-генетического исследования методом ISSR-PCR лежит клонирование геномной ДНК с использованием праймеров, содержащих динуклеотидные повторы и несколько случайных нуклеотидных пар. В результате накапливаются фрагменты ДНК, расположенные между SSR-локусами. Межмикросателлитные участки в геномах разных индивидуумов характеризуются разной длиной. В результате анализа образуется спектр ампликонов разной длины, исследуя который можно судить о полиморфизме исследуемого генотипа (Zietkiewicz et al., 1994).

Молекулярно-генетический анализ методом ISSR-PCR включал следующие этапы: 1) выделение ДНК растений *I. thalictroides*; 2) подбор праймеров, проведение ISSR-PCR; 3) обработка полученных результатов, определение коэффициента Сьеренсена-Чекановского, построение дендрограмм генетического родства.

Таблица 1

Характеристика образцов *Isopyrum thalictroides*, используемых для изучения генетического полиморфизма

№ образца	Место сбора	Тип растительного сообщества	Дата сбора
1.	Россия, г. Москва, ГБС им. В.Н. Цицина РАН; культивируется посадочный материал из Закарпатской области Украины, полученный из Киевского БС АН УССР 10.05.1958	Нет данных	23.04.2021
2.	Россия, Калужская область, Козельский район, Национальный парк «Угра», Березичское лесничество	Широколиственный лес	25.04.2021
3.	Беларусь, Брестская область, Каменецкий район, окрестности деревни Каменюки	Ясенник	3.05.2017
4.	Беларусь, Брестская область,	Грабово-дубовый	17.04.2019

	Ляховичский район, окрестности деревни Старые Буды	лес	
5.	Беларусь, Минская область, Несвижский район, окрестности Поселка Биозавода	Дубрава кислотно-снытевая	17.04.2019
6.	Беларусь, Брестская область, Каменецкий район, окрестности деревни Кустичи	Грабово-дубовый лес	20.04.2019
7.	Украина, Винница	Нет данных	196(?) г.

В процессе исследования использовались модифицированные общепринятые протоколы молекулярно-генетических исследований (Генная..., 1991, Маниатис, 1984). Амплификацию проводили в многоканальном программируемом термостате «Терцик» компании «ДНК-Технология». Для анализа использовали Taq ДНК-полимеразу и нуклеозидтрифосфаты компании «SibEnzyme», ISSR-праймеры производства «Синтол». Состав ПЦР-смеси на одну реакцию указан в табл. 2, температурный режим в табл. 3.

При проведении исследования использованы 6 пар ISSR-праймеров, последовательности и температура отжига которых указаны в табл. 4. Повторность проведения ISSR-PCR – двукратная.

Электрофоретическое разделение продуктов ISSR-PCR проводили в ходе горизонтального электрофореза в 2% агарозном геле следующего состава: 1) 2 г агарозы; 2) 100 мл однократного TBE-буфера; 3) 5 мкг/мл интеркалирующего флуоресцентного красителя бромистого этидия.

Таблица 2
Состав смеси для проведения анализа методом ISSR-PCR

№ п. п.	Компонент	Объем, мкл
1.	Вода деионизированная	13,8 мкл
2.	10X буфер DreamTaq™ Green	2,0 мкл
3.	dNTP Mix (2 mM/ml)	2,0 мкл
4.	ISSR-праймер (50 пмоль/мкл)	1,0 мкл
5.	Taq ДНК-полимераза (5000 u/ml)	0,2 мкл
6.	Геномная ДНК	1,0 мкл
	Всего	20,0 мкл

Таблица 3

Температурный режим ПЦР

№ п. п.	Этап	Температура, °С	Время, сек	Количество циклов
1.	Первичная денатурация	94	240	
2.	Денатурация	94	35	37
3.	Отжиг	Согласно таблице 4	30	37
4.	Элонгация	72	120	37
5.	Финальный синтез	72	240	

Условия проведения электрофореза: напряжение – 120 В; время – 2 часа. Для проведения электрофореза применяли маркер молекулярных масс M27, содержащий 12 фрагментов от 100 до 3000 bp (100 bp+1.5 Kb+3 Kb, производство «Сибэнзим»).

Степень сходства анализируемых образцов *Isopyrum thalictroides* была определена с применением коэффициента Сьеренсена-Чекановского:

$$K = 2c / (a + b),$$

где а – количество полиморфных ампликонов выбранного образца; b – количество полиморфных ампликонов другого образца; с – число совпадающих ампликонов для двух образцов. Коэффициент может иметь значения в диапазоне от 0 до 1 (Лукашов, 2009; Павлинов, 2005). Вычисление генетической дистанции производится по формуле: $1 - K$.

Таблица 4

Характеристика праймеров, используемых для проведения ISSR-PCR

Наименование	5'-3' последовательность	Температура отжига
IS3	(GA) ₈ C	53 °С
IS5	(CA) ₇ (R)C	53 °С
IS6	(AG) ₇ (Y)T	52 °С
UBC810	(GA) ₈ T	50 °С
UBC840	(GA) ₈ YT	52 °С
B4	(CA) ₆ GG	50 °С

По таблицам генетического сходства составлены дендрограммы, на основе анализа которых были выделены отдельные кластеры. Дендриты построены при помощи программы STATISTICA 10.0 (StatSoft).

В настоящем исследовании были проанализированы 7 образцов ДНК *I. thalictroides* (табл. 1) с использованием 6 наборов праймеров в 2-кратной повторности с целью анализа воспроизводимости сомнительных фрагментов при проведении ISSR-PCR. В процессе исследования проанализированы 89 препаратов ДНК.

Используемые в работе ISSR – праймеры позволили получить достаточное для анализа количество воспроизводимых полиморфных ампликонов. Разработаны генетические паспорта растений *I. thalictroides* разных популяций.

Результаты исследования. Результаты проведения гель-электрофореза продуктов ISSR-PCR с применением праймера IS-3, приведены на рис. 1. При использовании праймера IS-3 было получено 22 ампликона длиной от 1550 до 210 п.н.; праймера IS-5 – 24 ампликона длиной от 185 до 995 п.н.; праймера IS-6 – 21 ампликон длиной от 130 до 942 п.н.. При использовании праймера UBC-810 было синтезировано 29 фрагментов длиной от 203 до 1123 п.н.; праймера UBC-840 – 29 ампликонов с длиной 126-1306 п.н.; праймера В-4 – 20 фрагментов от 103 до 967 п.н.

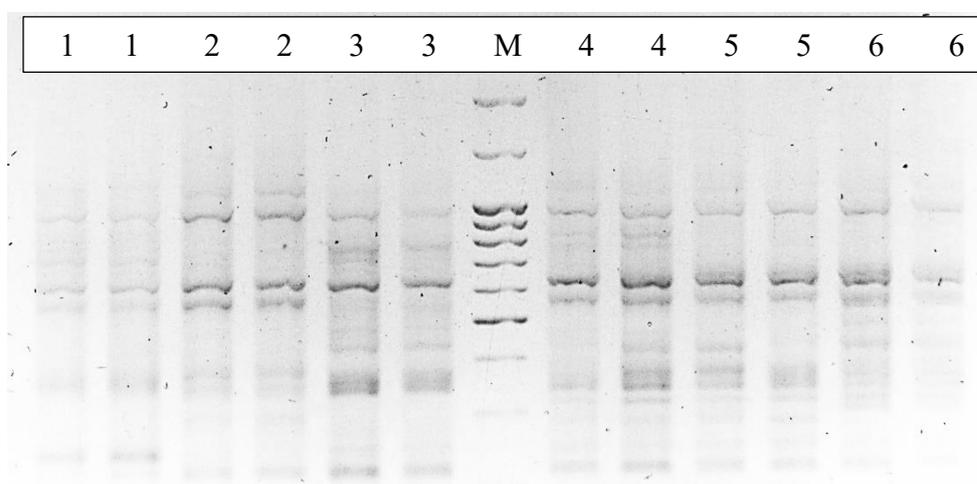


Рис. 1. Гель-электрофорез продуктов ISSR-PCR на ДНК растений *Isopyrum thalictroides* с праймером IS-3. Схема нанесения: 1-6 – номера образцов, М – маркер.

Анализ построенных дендритов по отдельным праймерам выявил некоторые общие закономерности родства изученных образцов. Однако полученные данные имеют ограничения в использовании, связанные с недостаточным количеством полиморфных фрагментов, при использовании матриц генетического сходства только по одному праймеру.

Поэтому, в ходе дальнейшего исследования, был построен дендрит родства (Ward-метод, индекс Сьеренсена-Чекановского) на основе матрицы генетического сходства по общим генетическим формулам с использованием 6 наборов праймеров (рис. 2). Данный дендрит наиболее полно отражает родство анализируемых образцов.

Анализ дендрограммы сходства позволяет сделать выводы о

том, что изучаемые образцы сгруппированы в три кластера. Первый (образцы 1 и 2) объединил образцы из украинского Закарпатья (культивируемые в ГБС РАН) и из национального парка «Угра» (Калужская область, Россия). Объединение образцов в единый кластер можно интерпретировать следующим образом: во-первых, можно допустить возможность заноса растений из культуры ГБС РАН в лесные сообщества Березичского лесничества с последующим формированием генетически близкой популяции в Калужской области; во-вторых, генетическая близость образцов Закарпатья и Калужской области может быть обусловлена историческим расселением вида, при котором калужские локалитеты являются крайними восточными в пределах ареала вида. Против данной гипотезы свидетельствует значительная географическая удаленность локалитетов.

Второй кластер формируют образцы из Республики Беларусь, что вполне может быть оправдано географической близостью мест их сбора. Анализ позволил выявить образец-«аутсайдер», имеющий наименьшее генетическое сходство с остальными – из Винницкой области Украины.

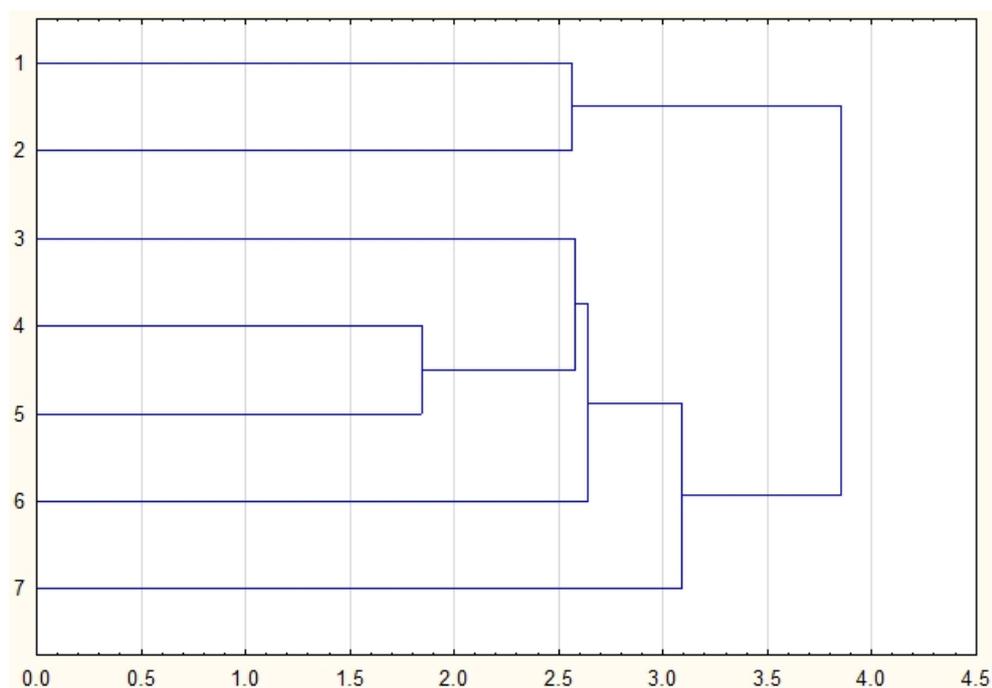


Рис. 2. Дендрограмма генетического сходства образцов *Isopyrum thalictroides* по всем используемым праймерам

Интерпретацию результатов анализа осложняют значительный географический разброс локалитетов сбора образцов, а также их небольшая выборка.

Важным фактором является предотвращение ДНК-контаминации анализируемых образцов. Для этого необходимо использовать для проведения анализа препараты ДНК отдельных индивидуумов, чтобы исключить появление нежелательных ампликонов, затрудняющих проведение статистической обработки.

Заключение. В результате проведения молекулярно-генетического исследования растений *I. thalictroides* построена дендрограмма генетического родства. Изучаемые образцы сформировали три кластера. Первый кластер включал образцы из украинского Закарпатья (культивируемые в ГБС РАН) и из национального парка «Угра» (Калужская область, Россия). Второй кластер сформирован образцами из Республики Беларусь. Выявлен образец-«аутсайдер», имеющий наименьшее генетическое сходство с остальными – из Винницкой области Украины.

*Авторы выражают благодарность к. б. н., с. н. с. отдела флоры ФГБУН ГБС им. Н. В. Цицина РАН Р. З. Саодатовой; д. б. н., профессор кафедры ботаники и физиологии растений ГГУ им. Ф. Скорины (Республика Беларусь, г. Гомель) А. Г. Цурикову; к. б. н., заместителю заведующего Гербарием ИЭБ им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (Республика Беларусь, г. Минск), Д. В. Дубовику за предоставленные образцы *I. thalictroides* для анализа.*

Список литературы

- Боронникова С.В.* 2009. Молекулярно-генетическая паспортизация редких реликтовых видов растений // Вестник НГУ. Сер.: Биология, клиническая медицина. Т. 7. Вып. 3. С. 3-11.
- Боронникова С.В.* 2013. Молекулярно-генетический анализ и оценка состояния генофондов ресурсных видов растений Пермского края. Пермь. 239 с.
- Волкова П.А.* 2015. Использование молекулярно-генетических данных для анализа миграционных путей сосудистых растений в Восточной Европе в позднеледниковье: дис... д-ра биол. наук. М. 226 с.
- Генная инженерия растений: Лабораторное руководство.* 1991. Пер. с англ. / Дж. Дрейпер, Р. Скотт, Ф. Армитидж, Р. Уолден / Под ред. Дж. Дрейпера. М.: Мир. 408 с.
- Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений растения.* 2015. Минск: «Беларуская Энцыклапедыя» імя Петруся Броўкі. 448 с.
- Лукашов В.В.* 2009. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ: учебное пособие. М.: Изд-во БИНОМ. 256 с.

- Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж.* 1984. Методы генетической инженерии: Молекулярное клонирование. М.: Мир. 479 с.
- Павлинов И.Я.* 2005. Введение в современную филогенетику (кладогенетический аспект). М.: Тов. науч. изд. КМК. 51 с.
- Пинаева Ю.Ю., Бельтюкова Н. Н., Пришневская Я. В., Султангазина Г.Ж., Бейшова И.С., Ульянов В.А., Бейшов Р.С.* 2020 Молекулярно-генетический анализ редкого вида растения *Pulsatilla patens* (L.) Mill. Северного Казахстана // Бюл. науки и практики. Т. 6. № 5. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/54>
- Потокина Е.К., Орлова Л.В., Вишневецкая М.С., Алексеева Е.А., Потокин А.Ф., Егоров А.А.* 2012. Генетическая дифференциация ели на северо-западе России по результатам маркирования микросателлитных локусов // Экологическая генетика. Т. 10. № 2. С. 40-49.
- Решетникова Н.М., Нотов А.А., Майоров С.Р., Щербаков А.В.* 2021. Великая Отечественная война как фактор флорогенеза: результаты поиска полемохоров в Центральной России // Журн. общ. биол. Т. 82. № 4. С. 297-317.
- Телеганова В.В.* 2020. *Isopyrum thalictroides* L. (*Ranunculaceae*) – новый вид для флоры России // Растительность Восточной Европы и Северной Азии. Мат. II Междунар. науч. конф. (Брянск, 12-14 октября 2020 г.). 2020. Брянск: РИСО БГУ. 72 с.
- Телеганова В.В., Майоров С.Р.* 2019. Находка *Isopyrum thalictroides* L. (*Ranunculaceae*) в Калужской области // Бюл. Московского общества испытателей природы. Отдел биол. Т. 124. № 6. С. 76.
- Avise J.C, Arnold J., Ball R.M., Bermingham E., Lamb T., Neigel J.E., Reeb C.A., Saunders N.C.* 1987. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics // Annu. Rev. Ecol. Syst. V. 18. P. 489-522.
- Avise J.C.* 1998. The history and purview of phylogeography: a personal reflection // Mol. Ecol. V. 7. P. 371-379.
- Avise J.C.* 2009. Phylogeography: retrospect and prospect // Journ. Biogeogr. V. 36. P. 3-15.
- Hewitt G.M.* 2001. Speciation, hybrid zones and phylogeography - or seeing genes in space and time // Mol. Ecol. V. 10. P. 537-549.
- Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D.* 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) – anchored polymerase chain reaction amplification // Genomics. V. 20. P. 176-183.

**MOLECULAR GENETIC STUDY OF PLANT SAMPLES OF RARE
IN RUSSIA SPECIES *ISOPYRUM THALICTROIDES* L.
(*RANUNCULACEAE*) TO ASSESS POLYMORPHISM
OF ITS POPULATIONS**

**E.V. Nemtsova¹, V.V. Teleganova², Yu.A. Semenishchenkov¹,
E.A. Mihajlyukova¹, V.A. Kurilo¹**

¹Bryansk I.G. Petrovsky State University, Bryansk

²Parks Directorate of the Kaluga Region, Kaluga

Here we discuss the results of a comparative molecular genetic analysis of samples of a rare in Russia Central European species *Isopyrum thalictroides* L. (Ranunculaceae). In Russia, this species was found in natural conditions only in the Ugra National Park (Kaluga Region). The results of studying DNA polymorphism isolated from 7 samples from the territory of Russia, Belarus and Ukraine made it possible to determine the degree of genetic similarity of the studied samples and their phylogenetic connections, indirectly indicating distribution trends in nature. Genetic passports of *I. thalictroides* plants, distributed in Eastern Europe, can be used in extensive studies of genetic polymorphism of populations of the species and the creation of ideas about its geographical distribution in the past and at present.

Keywords: *Isopyrum thalictroides*, genetic polymorphism, ISSR-PCR, Ugra National Park.

Об авторах:

НЕМЦОВА Елена Валентиновна – кандидат биологических наук, директор ИННО-центра биотехнологии и экологии, доцент кафедры биологии ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», 241036, Брянск, ул. Бежицкая, д. 14, e-mail: elenanemz@mail.ru.

ТЕЛЕГАНОВА Виктория Владимировна – кандидат биологических наук, ГБУ Калужской области «Дирекция парков», 248009, Калуга, Грабцевский проезд, 14, e-mail: teleganovavika05@rambler.ru.

СЕМЕНИЩЕНКОВ Юрий Алексеевич – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», 241036, Брянск, ул. Бежицкая, д. 14, e-mail: yuricek@yandex.ru.

МИХАЙЛЮКОВА Елена Александровна – студентка естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «Брянский

государственный университет имени академика И.Г. Петровского», 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д. 14, e-mail: kendibitter@gmail.com.

КУРИЛО Владимир Александрович – студент естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», 241036, Брянск, ул. Бежицкая, д. 14, e-mail: vladimirkurilo2001@yandex.ru.

Немцова Е.В. Молекулярно-генетическое исследование образцов растений редкого в России вида *Isopyrum thalictroides* L. (*Ranunculaceae*) для изучения полиморфизма его популяций / Е.В. Немцова, В.В. Телеганова, Ю.А. Семенищенок, Е.А. Михайлюкова, В.А. Курило // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 49-59.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.12.22

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

УДК 581.9-571.61
DOI: 10.26456/vtbio318

ХОРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ УЧАСТКА ТРАНССИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ В ПРЕДЕЛАХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ*

О.В. Котенко¹, Ю.К. Виноградова²

¹Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного
отделения РАН, Благовещенск

²Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва

Проведен хорологический анализ флоры Амурского участка Транссиба, включающей 320 видов сосудистых растений. Выделено 9 геоэлементов и 15 хорологических групп. Флора Амурского участка Транссиба представлена, в основном, видами аборигенной фракции (223 вида против 97 чужеродных видов). В аборигенной фракции флоры подавляющее большинство растений ожидаемо относится к Азиатскому геоэлементу (127 видов, 40%) и восточноазиатской хорологической группе (40 видов). На втором месте – евразийский геоэлемент (94 вида, 29%) и паневразийская хорологическая группа (39 видов). В чужеродной фракции флоры наибольшее число видов относится к евразийскому (43 вида), европейскому (16 видов) и американскому (16 видов) геоэлементам. Превалирование чужеродных видов, имеющих естественный ареал на территории Европы (67%), указывает на то, что поток миграции европейских видов в Азию выражен сильнее, чем азиатских видов в Европу. Широкоареальные виды чужеродной фракций флоры успешнее расселяются по Транссибирской магистрали, чем виды с ограниченным ареалом.

Ключевые слова: географический элемент, хорологическая группа, тип ареала, флора, Транссибирская железнодорожная магистраль.

Введение. Важнейшей составляющей ботанико-географического анализа флоры является выделение географических элементов, или геоэлементов (Клеопов, 1990). Под последними подразумевают группы видов, имеющие сходные в общих чертах ареалы. Единой общепринятой системы геоэлементов не существует, классификация геоэлементов осуществляется с помощью различных методических подходов: координатного, хориономического и релятивного (Юрцев, Камелин, 1991). Чаще всего используются

* Работа выполнена в рамках темы государственного задания БСИ ДВО РАН 122040800085-4 и ГБС РАН 122042600141-3

первые два подхода. При первом подходе анализируется положение ареала в системе географических секторов/координат. Второй подход основывается на концепции фитохорионов.

Цель работы: выявить особенности хорологической структуры флоры Амурского участка Транссибирской магистрали.

Методика. Хорологический анализ выполнен на основе материала, собранного в ходе инвентаризации «железнодорожной» флоры в период с 2020 – 2022 гг. на 16 железнодорожных станциях Амурского участка Транссиба. В анализ включены также виды сосудистых растений, выявленные при ревизии гербарных материалов LE, MHA, MW, VLA, ABGI. В целом, хорологический анализ проведен для 320 видов сосудистых растений.

Для выделения географических элементов флоры Амурского участка Транссиба использовался хориономический подход (Юрцев, Камелин, 1987). В качестве основы для составления системы геоэлементов взята схема ботанико-географического районирования земного шара, разработанная А.Л. Тахтаджяном (Тахтаджян, 1978) с детализацией Голарктического флористического царства, предложенной Р.В. Камелиным (Камелин, 2007). Названия геоэлементов и хорологических групп даны в зависимости от привязки ареалов к определенной территории и флористической области. При отнесении вида к тому или иному географическому элементу или хорологической группе учитывали географические границы только естественного распространения вида без учета вторичного ареала; преимущество отдавалось методу «центра тяжести ареала вида» (Кучеров, 2016). Для дичающих культивируемых видов использовано понятие культигенного ареала.

Для уточнения номенклатуры таксонов и ареалов видов использовались сведения базы данных «Plants of the World Online» (<http://www.plantsoftheworldonline.org/>). Учтены флористические сводки: Арктическая флора СССР (1960 – 1987), Губанов, 1996, Иванов, 2019, Растения Центральной Азии (1963 – 2007), Сосудистые растения советского Дальнего Востока (1985 – 1996), Флора Сибири (1988 – 2003), Флора европейской части СССР (1974 – 2004), Флора СССР (1934 – 1964). Используются данные монографических работ: С.Б. Гончаровой (2006), Т.В. Егоровой (1996), А.Е. Кожевникова (2001), А.К. Скворцова (1968), Н.Н. Цвелева (1976).

Результаты и обсуждение. Анализ естественных ареалов аборигенных и чужеродных видов сосудистых растений Амурского участка позволил выделить 9 географических элементов и 15 хорологических групп (табл. 1).

Таблица 1

Географические элементы и хорологические группы

Географический элемент, хорологические группы	Число видов		Фракция флоры			
			Аборигенная		Чужеродная	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
1. Евразийский	94	29	51	16	43	13,4
1.1. Паневразийская	39		19		20	
1.2. Европейско-северо-восточноазиатская	4		4		0	
1.3. Европейско-центральноазиатская	3		2		1	
1.4. Восточноевропейско-западноазиатская	3		2		1	
1.5. Восточноевропейско-азиатская	15		13		2	
1.6. Средиземноморско-евразийская	30		11		19	
2. Азиатский	127	40	122	38	5	1
2.1. Паназиатская	22		20		2	
2.2. Северовосточно-азиатская	38		38		0	
2.3. Северо-центрально-азиатская	10		9		1	
2.4. Восточноазиатская	40		39		1	
2.5. Юго-восточно-азиатская	4		4		0	
2.6. Восточноазиатско-южносибирская	10		10		0	
2.7. Центральноазиатская (Ирано-Туранская)	3		2		1	
3. Европейский	16	5	0	0	16	5
3.1. Европейская	2		0		2	
3.2. Европейско-средиземноморская	14		0		14	
4. Азиатско-североамериканский	8	2,5	8	3	0	0
5. Американский	16	5	0	0	16	5
6. Гемикосмополитный	5	1,5	4	1	1	0,3
7. Культигенный	11	3	0	0	11	3,4
8. Циркумбореальный	31	10	28	9	3	0,9
9. Голарктический	12	4	10	3	2	1
Всего	320	100	223	70	97	30

1. Евразийский геоэлемент. Включает виды, распространенные во внетропических районах Евразии и в Средиземноморье. К геоэлементу относятся 94 вида, из которых 51 аборигенных и 43 чужеродных. В составе евразийского географического элемента выделено 6 хорологических групп.

1.1. Паневразийская. Хорологическая группа включает виды, естественный ареал которых занимает Евросибирскую, Восточно-Сибирскую и Степную подобласти Бореальной области Бореального подцарства, Древнесредиземноморское подцарство и Восточно-Азиатское подцарство Голарктического флористического царства. Группа насчитывает 19 аборигенных (*Lactuca sibirica* (L.) Benth. ex Maxim. и др.) и 20 чужеродных видов (*Vicia cracca* L. и др., рис. 1 – 1.1).

1.2. Европейско-северо-восточноазиатская группа, включающая виды, естественный ареал которых занимает Евросибирскую, Восточно-Сибирскую и Степную подобласти Бореальной области

Бореального подцарства, Макаронезийско-Средиземноморскую область Древнесредиземноморского подцарства и Сино-Японскую область Восточно-Азиатского подцарства. Представители группы – *Carex bohemica* Schreb., *Viola mirabilis* L. (рис. 1 – 1.2), *V. collina* Besser и др.

1.3. Европейско-центральноазиатская группа, которая включает виды, с естественным ареалом в Евросибирской подобласти Бореальной области Бореального подцарства, исключая Восточную Европу, Степной подобласти Бореальной области Бореального подцарства и в Древнесредиземноморском подцарстве. В группу входят *Hippophae rhamnoides* L. (рис. 1 – 1.3), *Senecio dubitabilis* C. Jeffrey et Y.L. Chen и др.

1.4. Восточноевропейско-западноазиатская группа. Область распространения – Евросибирская подобласть Бореальной области, исключая Западную Европу. Один из представителей группы – *Centaurea pseudomaculosa* Dobrocz. (рис. 1 – 1.4).

1.5. Восточноевропейско-азиатская группа. Хорологическая группа включает виды, естественный ареал которых занимает Евросибирскую (исключая Западную Европу), Восточно-Сибирскую и Степную подобласти Бореальной области Бореального подцарства, и Сино-Японскую область Восточно-Азиатского подцарства. Представителями группы являются, например, *Catolobus pendulus* (L.) Al-Shehbaz, *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link, *Saussurea amara* (L.) DC., *Trifolium lupinaster* L. и др. (рис. 1 – 1.5).

1.6. Средиземноморско-евразийская группа видов, ареалы которых занимают практически всю Евразию и север Африки. Для видов данной хорологической группы характерно распространение в пределах Евросибирской, Восточно-Сибирской и Степной подобластях Бореальной области Бореального подцарства, Древнесредиземноморском подцарстве и Восточно-Азиатском подцарстве Голарктического флористического царства. Одними из представителей группы являются *Avena fatua* L., *Convolvulus arvensis* L., *Silene vulgaris* (Moench) Garcke (рис. 1 – 1.6).

2. Азиатский геоэлемент. Включает наибольшее число видов (127 видов из 320), распространенных как во внетропических, так и в тропических районах Азии. В составе геоэлемента преобладают виды природной флоры (122 вида). Чужеродных видов всего 5. Азиатский геоэлемент наиболее разнороден и включает 7 хорологических групп.

2.1. Паназиатская группа. Область распространения видов, входящих в эту группу, – районы Северной, Центральной, Южной и Восточной Азии. Сюда относятся виды Евросибирской (в границах Западной Сибири), Восточно-Сибирской и Степной подобласти Бореальной области Бореального подцарства, виды Переднеазиатской

области и Гобийской части Сахаро-Гобийской области Древнесредиземноморского подцарства и Сино-Японская область Восточно-Азиатского подцарства. Представители группы – *Artemisia sieversiana* Ehrh. ex Willd. (рис. 1 – 2.1), *Urtica cannabina* L. и др.

2.2. Северовостоочно-азиатская группа. Ареал видов этой группы охватывает Восточно-Сибирскую подобласть Бореальной области Бореального подцарства и Сино-Японскую область Восточно-Азиатского подцарства. В эту группу входят *Clematis fusca* Turcz., *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen, *Rosa davurica* Pall. и др. (рис. 1 – 2.2).

2.3. Северо-центральноазиатская группа. Хорологическая группа включает виды, естественный ареал которых занимает Евросибирскую, Восточно-Сибирскую и Степную подобласти Бореальной области Бореального подцарства (исключая всю Европу, а также северо-восточные регионы Азии), и северные районы Сино-Японской области Восточно-Азиатского подцарства. Такой ареал характерен, в частности, для *Elymus dahuricus* Turcz. ex Griseb., *Picris davurica* Fisch. ex Hornem и др. (рис. 1 – 2.3), *Thalictrum petaloideum* L.

2.4. Восточноазиатская группа. Самая многочисленная группа азиатского геоэлемента, включающая 40 видов, произрастающих преимущественно в Сино-Японской области Восточно-Азиатского подцарства. Ареалы некоторых представителей группы заходят в южные районы Восточной Сибири и в Монголию. Представители группы – *Lespedeza bicolor* Turcz., *Salix pierotii* Miq. и др. (рис. 1 – 2.4), *Vicia amurensis* Oett., *Vicia pseudo-orobus* Fisch. et C.A. Mey.

2.5. Юго-восточноазиатская группа. Хорологическая группа включает виды, естественный ареал которых занимает Сино-Японскую и Сино-Гималайскую области Восточно-Азиатского подцарства Голарктического флористического царства, а также Индийскую и Индокитайскую области Палеотропического флористического царства. Такой ареал характерен, в частности, для *Leonurus japonicus* Houtt. (рис. 1 – 2.5), *Lespedeza juncea* (L. f.) Pers. и др.

2.6. Восточноазиатско-южносибирская группа, объединяющая виды с основным ареалом в Восточной Азии и Южной Сибири. Хорологическая группа включает виды, естественный ареал которых занимает Сино-Японскую область Восточно-Азиатского подцарства и северо-восточные регионы Гобийской части Сахаро-Гобийской области Древнесредиземноморского подцарства. Представители группы – *Persicaria angustifolia* (Pall.) Ronse Decr. (рис. 1 – 2.6), *Tephrosia flammea* (DC.) Holub, *Viola acuminata* Ledeb. и др.

2.7. Центральноазиатская (Ирано-Туранская) группа, распространенная в Центральной Азии (включая Среднюю Азию). Естественный ареал этой группы видов занимает Переднеазиатскую область и регионы Гобийской части Сахаро-Гобийской области

Древнесредиземноморского подцарства. Один из представителей группы – *Carex enervis* С.А. Меу. (рис. 1 – 2.7).

3. Европейский геоэлемент. Объединяет виды, ареалы которых расположены в пределах территории Европы и в Средиземноморье. К геоэлементу относятся 16 чужеродных видов. В аборигенной фракции флоры виды с европейским типом ареала не представлены.

Выделено 2 хорологические группы.

3.1. Европейская группа. Включает виды, естественный ареал которых занимает западноевропейские регионы Евросибирской подобласти Бореальной области Бореального подцарства. Характерным видом с европейским типом ареала является *Erysimum odoratum* Ehrh. (рис. 1 – 3.1).

3.2. Европейско-средиземноморская группа. Для видов группы характерно широкое распространение по всей территории Европы и по северу Африки. Хорологическая группа включает виды, естественный ареал которых занимает Евросибирскую подобласть Бореальной области Бореального подцарства (в пределах Европы) и Макаронезийско-Средиземноморскую область Древнесредиземноморского подцарства. Одним из представителей группы является *Berberis vulgaris* L. (рис. 1 – 3.2).

4. Азиатско-североамериканский геоэлемент. Состоит из видов, ареал которых представлен одновременно в восточных регионах Азии и в Северной Америке. Хорологическая группа включает виды, естественный ареал которых занимает Восточно-Сибирскую и Канадскую подобласти Бореальной области и Северо-Американскую область Бореального подцарства, а также Пацифико-Американскую область Мадреанского подцарства Голарктического флористического царства. К геоэлементу относятся 8 видов природной фракции флоры, например, *Agrimonia striata* Michx., *Agrostis scabra* Willd. (рис. 1 – 4) и *Stachys aspera* Michx. В чужеродной фракции этот геоэлемент не представлен.

5. Американский геоэлемент. Включает виды, представленные в Америке (Северной, Центральной и Южной). Геоэлемент объединяет 16 чужеродных видов, произрастающих в Северо-Американской области Бореального подцарства и в Пацифико-Американской области Мадреанского подцарства Голарктического флористического царства, а также и в Неотропическом царстве. Представители группы – *Acer negundo* L., *Juncus tenuis* Willd. и др. (рис. 1 – 5).

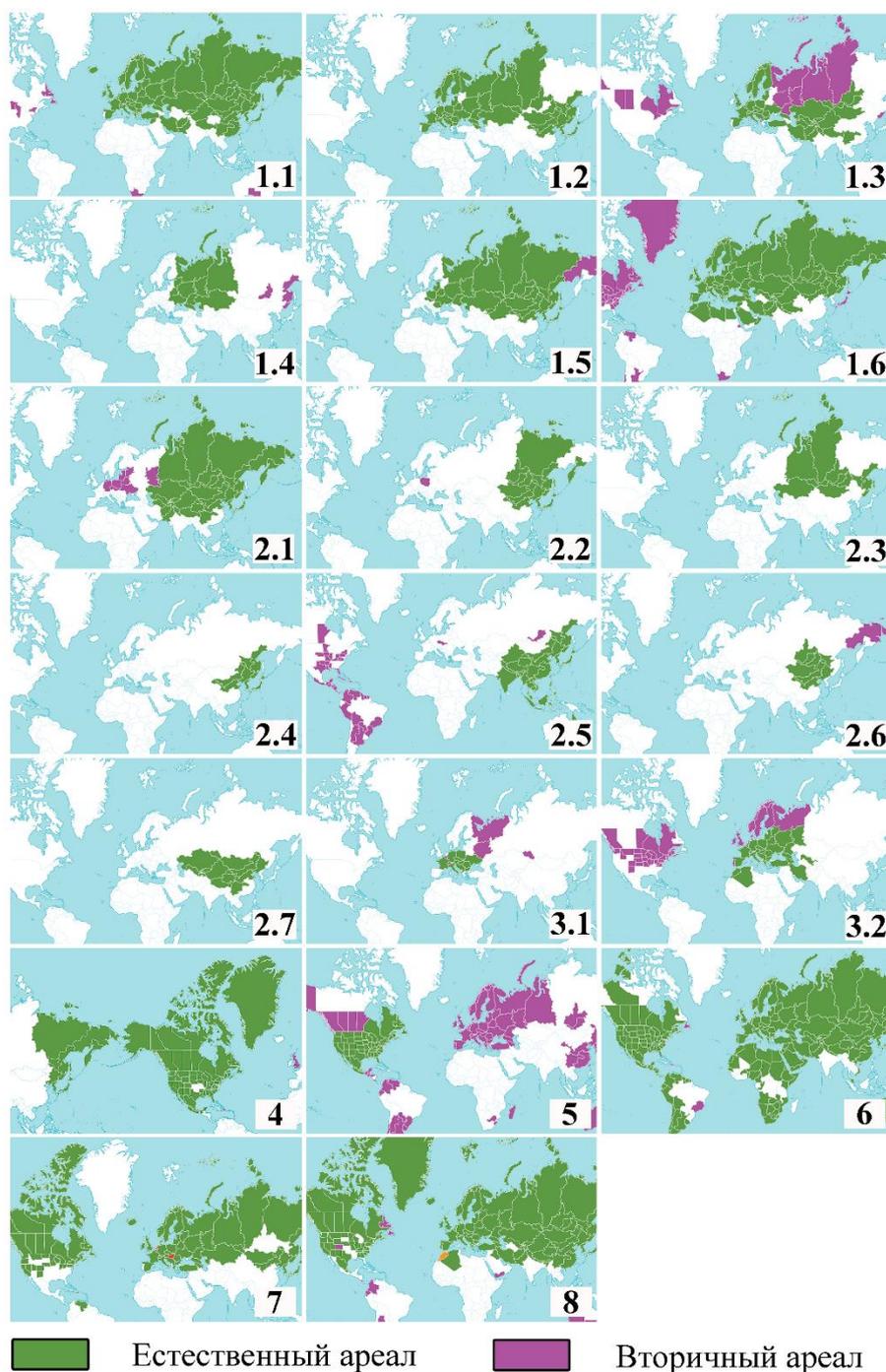


Рис. 1. Примеры типов ареалов геоэлементов и хорологических групп сосудистых растений Амурского участка Транссиба: 1.1. Паневразийский (*Vicia cracca*); 1.2. Европейско-северо-восточноазиатский (*Viola mirabilis*); 1.3. Европейско-центральноазиатский (*Hippophae rhamnoides*); 1.4. Восточноевропейско-западноазиатский (*Centaurea pseudomaculosa*);

- 1.5. Восточноевропейско-азиатский (*Trifolium lupinaster*); 1.6. Средиземноморско-евразийская (*Silene vulgaris*); 2.1. Паназиатский (*Artemisia sieversiana*);
2.2. Северовостоочно-азиатский (*Rosa davurica*); 2.3. Северо-центральноазиатский (*Picris davurica*); 2.4. Восточноазиатский (*Salix pierotii*); 2.5. Юго-восточноазиатский (*Leonurus japonicus*); 2.6. Восточноазиатско-южносибирский (*Persicaria angustifolia*);
2.7. Центральноеазиатский (Ирано-Туранский) (*Carex enervis*); 3.1. Европейский (*Erysimum odoratum*); 3.2. Европейско-средиземноморский (*Berberis vulgaris*);
4. Азиатско-североамериканский (*Agrostis scabra*); 5. Американский (*Juncus tenuis*);
6. Космополитный (*Phragmites australis*); 7. Циркумбореальный (*Carex limosa*);
8. Голарктический (*Festuca rubra*). Карты ареалов видов приведены, согласно базе данных «Plants of the World Online» (POWO. 2023. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>).

6. Гемикосмополитный геоэлемент. Объединяет 4 вида аборигенной и 1 вид чужеродной фракций флоры, ареалы которых охватывают все или почти все континенты – *Chenopodium album* L. и *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (рис. 1 – 6).

7. Культурный геоэлемент, включающий 11 видов-эргазиофитов («беглецов» из культуры), расселившихся на железнодорожной насыпи – *Brassica juncea* (L.) Czern, *Portulaca oleracea* L., *Secale cereale* L. и др. В природной фракции геоэлемент не представлен.

8. Циркумбореальный геоэлемент. Объединяет виды, произрастающие во всех подобластях Бореальной области Бореального Голарктического флористического царства. Геоэлемент включает 31 вид с преобладанием видов природной фракции (28 против 3). Примером видов с циркумбореальным типом ареала могут служить *Caltha palustris* L., *Epilobium palustre* L., *Carex limosa* L. (рис. 1 – 7), *Impatiens noli-tangere* L.

9. Голарктический геоэлемент. Включает виды, встречающиеся во всех или почти во всех областях Голарктического флористического царства. Преобладают аборигенные виды (10), чужеродная фракция представлена 2 видами. Представителями этого геоэлемента являются, например, *Festuca rubra* L. (рис. 1 – 8), *Luzula multiflora* (Ehrh.) Lej., *Rorippa palustris* (L.) Besser.

В составе хронологической структуры флоры преобладают виды, имеющие восточноазиатский (40 видов), паневразийский (39 видов) и северовостоочно-азиатский (38 видов) типы ареала. Значительна доля участия циркумбореальных (31) и средиземноморско-евразийских (30) видов.

Аборигенная и чужеродная фракции флоры характеризуются разным соотношением географических элементов (рис. 2). В аборигенной фракции максимальное число видов относится к азиатскому геоэлементу (38%), а в чужеродной – к евразийскому

(13,4%). В аборигенной фракции отсутствуют виды, относимые к европейскому, американскому и культигенному геоэлементам, в чужеродной фракции – к азиатско-североамериканскому.

Если анализировать хорологические группы, то в аборигенной фракции флоры ожидаемо преобладают виды восточноазиатской (39 видов) и северо-восточноазиатской (38 видов) хорологических групп. Минимальна доля видов с восточноевропейско-западноазиатским (2 вида), европейско-центральноазиатским (2 вида) и центральноазиатским (Ирано-Туранским) (2 вида) типами ареала.

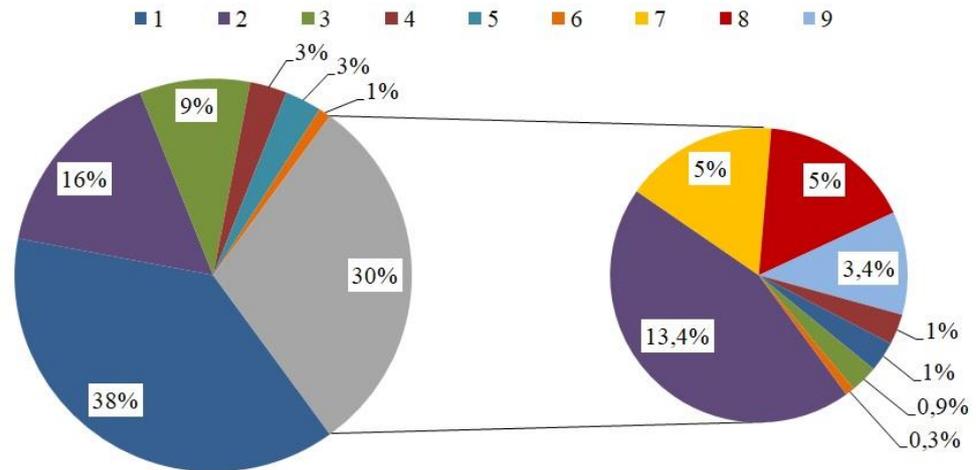


Рис. 2. Соотношение геоэлементов аборигенной и чужеродной фракций флоры Амурского участка Транссиба: 1. Азиатский; 2. Евразийский; 3. Циркумбореальный; 4. Голарктический; 5. Азиатско-североамериканский; 6. Гемикосмополитный; 7. Европейский; 8. Американский; 9. Культигенный

Среди чужеродных видов преобладают виды паневразийской хорологической группы (20 видов). Доля видов, ареал которых представлен в Европе (не только европейский, но и евразийский, гемикосмополитный, циркумбореальный, голарктический геоэлементы), составляет 67%. Это демонстрирует более сильно выраженный поток миграции европейских видов в Азию, чем азиатских видов в Европу. Согласно литературным данным (Smith, 1981), виды, относящиеся к родам, распространенным в обоих полушариях, имеют большую способность к натурализации, чем виды, относящиеся к родам с более ограниченным распространением. Наши данные подтверждают эту гипотезу. Помимо этого, нами установлено, что широкоареальные виды успешнее расселяются по Транссибирской магистрали, чем виды с ограниченным ареалом.

Выводы. Хорологическая структура флоры Амурского участка Транссибирской магистрали представлена 9 географическими

элементами и 15 хорологическими группами, которые выделены в составе Азиатского, Евразийского и Европейского геоэлементов. Наиболее разнообразным по числу видов и хорологических групп является Азиатский геоэлемент.

Флора Амурского участка Транссиба представлена, в основном, видами аборигенной фракции, относящимися к Азиатскому геоэлементу (122 вида), из которого наиболее объемны Восточноазиатская (39 видов) и Северовосточно-азиатская (38 видов) хорологические группы, а также Евразийским геоэлементом (51 вид) Бореального подцарства Голарктического флористического царства.

Чужеродная фракция, включающая одну треть видового состава флоры Транссиба, представлена, в основном, Паневразийской (20 видов), Средиземноморско-евразийской (19 видов), Американской (16 видов) и Европейско-средиземноморской (14 видов) хорологическими группами. Превалирование чужеродных видов, имеющих естественный ареал на территории Европы (67%) указывает на то, что поток миграции европейских видов в Азию выражен сильнее, чем азиатских видов в Европу. Широкоареальные виды чужеродной фракций флоры успешнее расселяются по Транссибирской магистрали, чем виды с ограниченным ареалом.

Список литературы

- Арктическая флора СССР*: в 10 вып. 1960-1987. / Отв. ред. Б.А. Тихомиров, А.И. Толмачев, В.А. Юрцев. М.; Л.: Изд-во АН СССР; Наука.
- Гончарова С.Б.* 2006. Очитковые (Sedoideae, Crassulaceae) флоры российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 223 с.
- Губанов И.А.* 1996. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: Валанг. 136 с.
- Егорова Т.В.* 1999. Осоки (*Carex* L.) России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия; Сент-Луис: Миссурийский ботанический сад. 772 с.
- Иванов А.Л.* 2019. Конспект флоры Российского Кавказа (сосудистые растения). Ставрополь: Изд-во СКФУ. 341 с.
- Камелин Р.В.* 2007. Голарктическое флористическое царство // Большая российская энциклопедия. М. Т. 7. С. 303-305.
- Клеопов Ю.Д.* 1990. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Киев: Наук. думка. 352 с.
- Кожевников А.Е.* 2001. Сытевые (семейство *Syringaceae* Juss.) Дальнего Востока России (современный таксономический состав и основные закономерности его формирования). Владивосток: Дальнаука. 275 с.
- Кучеров И.Б.* 2016. О подразделении типов ареалов полизональных и плюрирегиональных видов для целей сопряженного анализа флор

- сосудистых растений, мохообразных и лишайников // Комаровские чтения. Владивосток: ФНЦ Биоразнообразие ДВО РАН. Вып. 64. С. 138-197.
- Растения Центральной Азии. По материалам Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН: в 16 вып. 1963-2007. М.; Л.; СПб.
- Скворцов А.К.* 1968. Ивы СССР: систематический и географический обзор. М.: Наука. 262 с.
- Сосудистые растения советского Дальнего Востока: в 8 т. 1985-1996. Л.; СПб.
- Тахтаджян А.Л.* 1978. Флористические области Земли. Л.: Наука. 248 с.
- Флора европейской части СССР*: в 11 т. 1974-2004. Л.; М.; СПб.
- Флора Сибири*: в 14 т. 1988-2003. Новосибирск: Наука.
- Флора СССР*: в 30 т. 1934-1964. М.; Л.
- Цвелев Н.Н.* 1976. Злаки СССР. Л.: Наука, 788 с.
- Виноградова Ю.К., Антонова Л.А., Дарман Г.Ф., Девятова Е.А., Котенко О.В., Кудрявцева Е.П., Лесик Е.В., Марчук Е.А., Николин Е.Г., Прокопенко С.В., Рубцова Т.А., Хорева М.Г., Чернягина О.А., Чубарь Е.А., Шейко В.В., Крестов П.В.* 2021. Черная книга флоры Дальнего Востока: инвазионные виды растений в экосистемах Дальневосточного федерального округа. М.: Товарищество научных изданий КМК. 510 с.
- Юрцев Б.А., Камелин Р.В.* 1987. Очерк системы основных понятий флористики // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л. С. 242-266.
- Юрцев Б.А., Камелин Р.В.* 1991. Основные понятия и термины флористики: уч. пос. по спецкурсу. Пермь: Перм. ун-т. 80 с.
- POWO.* 2023. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet, URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (дата обращения: 25.06.2023).
- Smith I.M.B.* 1981. Colonist ability, altitudinal range and origins of the flora of Mt Field, Tasmania // *J. Biogeogr.* V. 8. № 3. P. 249-261.

CHOROLOGICAL ANALYSIS OF THE FLORA ALONG THE TRANS-SIBERIAN SECTOR WITHIN AMUR REGION

O.V. Kotenko¹, Yu.K. Vinogradova²

¹Amur Branch of Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the RAS,
Blagoveshchensk

²N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

The chorological analysis of the flora of the Amur section of the Trans-Siberian Railway including 320 species of vascular plants was carried out. 9 geo-elements and 15 chorological groups were identified. The flora of the Amur section of the Trans-Siberian Railway is represented mainly by species of the native fraction (223 species versus 97 alien species). In the

native fraction of the flora, the majority of the species are expected to belong to the Asian geo-element (127 species, 40%) and the East Asian chorological group (40 species). The Eurasian geo-element (94 species, 29%) and the Pan-Asian chorological group (39 species) running second. In the alien fraction of the flora, the largest number of species belongs to the Eurasian (43 species), European (16 species) and American (16 species) geo-elements. The prevalence of alien species with a natural range in Europe (67%) indicates that the flow of European species to Asia is more pronounced than that of Asian species to Europe. Wide-ranging species for alien fractions of the flora are more successfully dispersed along the Trans-Siberian Highway than species with a limited range.

Keywords: *geographical element, chorological group, chorotype, flora, Trans-Siberian Railway.*

Об авторах:

КОТЕНКО Ольга Викторовна – младший научный сотрудник, ФГБУН Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения РАН, 675000, Благовещенск, 2-й км Игнатьевского шоссе, e-mail: olgagladilina@mail.ru.

ВИНОГРАДОВА Юлия Константиновна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 127276, Москва, ул. Ботаническая д. 4, e-mail: gbsad@mail.ru.

Котенко О.В. Хорологический анализ флоры участка Транссибирской железнодорожной магистрали в пределах Амурской области / О.В. Котенко, Ю.К. Виноградова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 46-57.

Дата поступления рукописи в редакцию: 30.06.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

УДК 581.634.72
DOI: 10.26456/vtbio319

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДОПРОВОДЯЩЕЙ ТКАНИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА СМОРОДИНА – *RIBES* L. (GROSSULARIACEAE) ИЗ ЦЕНТРАЛЬНЫХ И ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ЧУКОТКИ

Е.С. Чавчавадзе, О.Ю. Сизоненко, А.А. Грабовский, В.О. Романова
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

Проведен количественный эколого-анатомический анализ водопроводящей ткани (вторичной ксилемы) двух видов рода смородина (*Ribes* L., Grossulariaceae), *R. triste* Pall. – смородина печальная и *R. dikuscha* Fisch. ex Turcz. – смородина дикуша из различных местообитаний Центральной и Южной Чукотки. Смородина печальная собрана из трех мест произрастания: нижний ярус чозениево-тополевой рощи в Заполярье, побережье Канчаланского лимана и низкогорный массив Золотого хребта, г. Улитка, 200-240 м над ур.м. Образцы древесины смородины дикуша взяты в сходных условиях на склонах Золотого хребта, г. Карьерная, 120 м. над ур.м. Показано, что оба вида рода *Ribes* и относящиеся к ним особи характеризуются единым структурным комплексом водопроводящей ткани независимо от их географического положения, экологии местообитания или физиологического состояния растения. Они отличаются друг от друга лишь количественными показателями ксилотомических признаков. Несмотря на трудные условия роста, все взятые растения неплохо приспособлены к своим биотопам. В процессе адаптивной специализации смородина приобрела такую структуру водопроводящей ткани, которая, не достигая высокого уровня, сохраняет экологическую пластичность видов *R. triste* и *R. dikuscha*, способствуя им нормально существовать в жестких условиях Крайнего Севера.

Ключевые слова: водопроводящая ткань, вторичная ксилема, древесина, ксилотомические признаки, смородина, кустарник, адаптация, Чукотка, Крайний Север.

Введение. Древесные растения Крайнего Севера занимают особое положение в растительном покрове России. Постоянное существование в суровых условиях с чрезмерно напряженным режимом тепла, света и влаги делает их весьма чувствительными к любым изменениям окружающей среды (Чавчавадзе и др., 2017, 2021). Изучение адаптаций этих растений на различных уровнях организации помогает выяснить пути и способы приспособления их к

природным и антропогенным воздействиям. Примером определенной чувствительности на клеточном и тканевом уровнях могут служить структурные особенности водопроводящей ткани (вторичной ксилемы) представителей рода *Ribes* L. (сем. Grossulariaceae).

Род смородина включает более 150 видов, распространенных в субтропических и умеренных областях северного полушария, а также в горных районах Центральной и Южной Америки (Цвелев, 1981; Pujana et al., 2008; Schultheis, Donoghue, 2004). Представители этого рода – небольшие кустарники до 1-1,5 м высотой, с 3-5 лопастными листьями и мелкими цветками, собранными в рыхлые, ниспадающие кисти. Легко опадающие плоды – ягоды, желтовато-белого, красного или черного цвета содержат большое количество витаминов, микроэлементов, сахаров и других полезных веществ. Побеги тонкие, покрыты светлой или буровато-коричневой корой с выростами – шипами, защищающими растения от поедания животными. Иногда кора отслаивается продольными полосками. Очень немногие виды смородины встречаются на Чукотке. Здесь, на Крайнем Севере эти растения нередко приобретают меньшие размеры и дополнительную жизненную форму полураспростертого кустарника с приподнимающимися побегами - от 0,5 до 1 м.

Цель работы: 1. Провести количественный эколого-анатомический анализ элементов древесины двух видов рода смородина – *R. triste* Pall. – смородина печальная и *R. dikuscha* Fisch. ex Turcz. – смородина дикуша из различных местообитаний Центральной и Южной Чукотки; 2. Определить особенности их экологической специализации на внутривидовом и межвидовом уровнях.

Методика. Рассмотрена структура вторичной ксилемы (древесины) *R. triste* и *R. dikuscha*. Оба вида имеют сходную экологию и представлены на Чукотке в разнообразных фитоценозах (рис. 1, А–Г). Они предпочитают затененные участки под пологом лиственных, еловых и лиственничных лесов, заросли кустарников по берегам рек и ручьев, но избегают болот, каменистых склонов и осыпей.

Смородина печальная имеет более широкий ареал, произрастая на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также в Корее и Японии. Смородина дикуша встречается на северо-востоке России, не выходя за ее пределы (Юрцев и др., 2010).

Материалом для исследования послужили образцы древесины *R. triste* – смородина печальная и *R. dikuscha* – смородина дикуша, или алданский виноград, собранные А. А. Грабовским на территории Центральной и Южной Чукотки из трех местообитаний в 2017-2021 гг. (рис. 2, табл. 1). Ряд образцов по *R. triste* был привезен им из заполярного района: р. Энмываам, нижний ярус чозениево-тополевой рощи (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts., *Populus suaveolens* Fisch.).

Некоторые образцы *R. dikuscha* собраны на горных склонах Золотого хребта (район южных гипоарктических тундр, Южная Чукотка). Нас заинтересовало это растение, поскольку ранее в этих местах оно не встречалось. До сих пор вид *R. dikuscha* наблюдался только в самых южных горно-таежных и стланиковых фитоценозах Чукотки, а также в долинах крупных рек, таких как Омолон, Анадырь, Майн и др. (Юрцев и др., 2010).

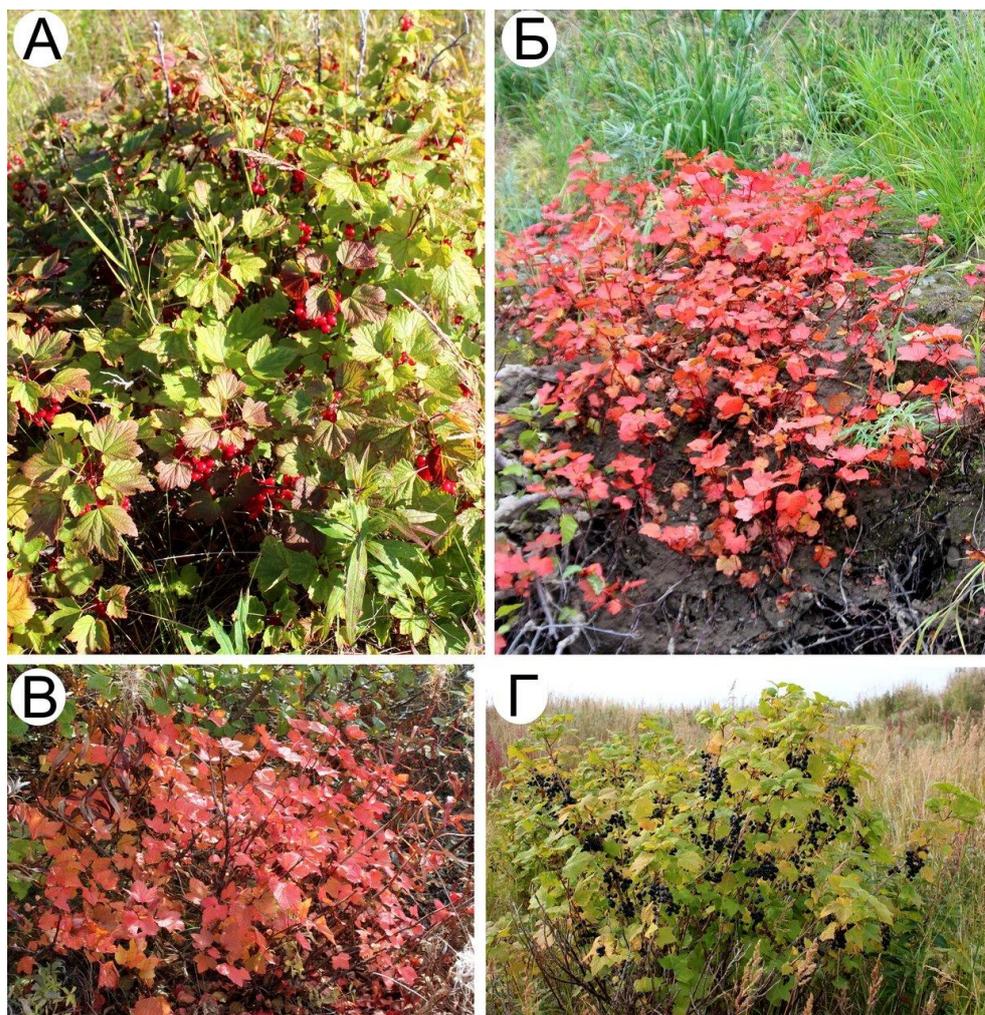


Рис. 1. Виды смородины в разных местообитаниях:
R. triste: А – бассейн р. Энмываам, пойма р. Ванакваам (Серная), чозениево-тополевая роща; Б – Канчаланский лиман, устье р. Кычавваам, морское побережье;
R. dikuscha: В – Золотой хребет, г. Улитка, 240 м над ур. м.; Г – Золотой хребет, г. Карьерная, 120 м над ур. м.

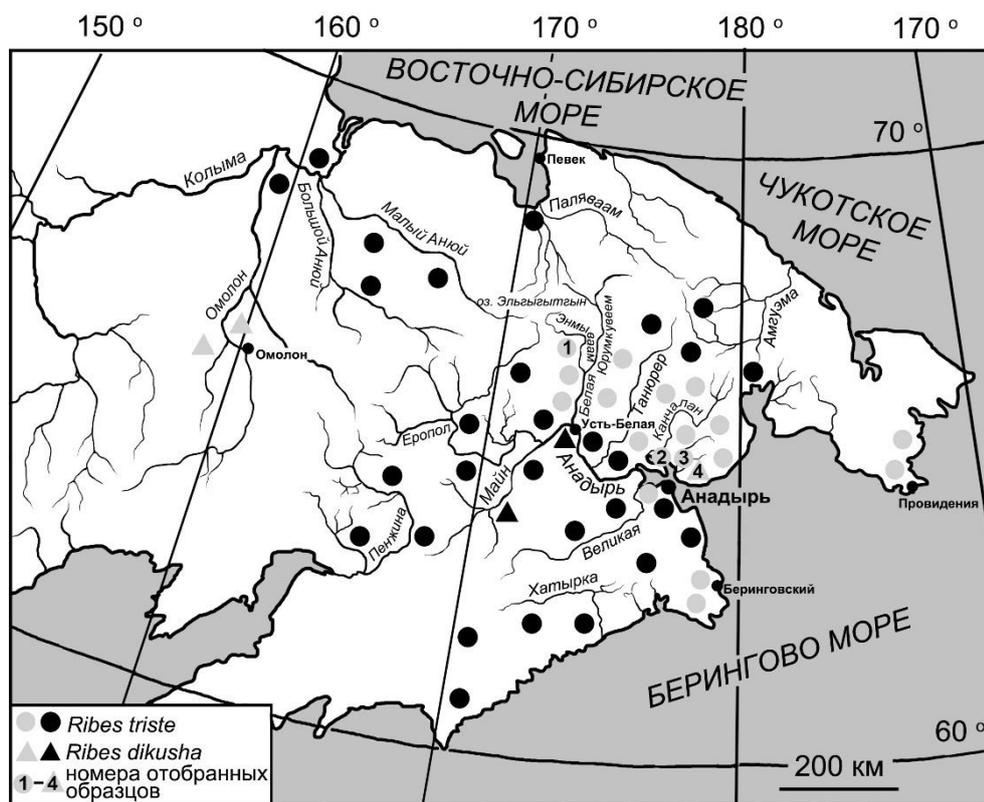


Рис. 2. Распространение видов *R. triste* и *R. dikuscha* на Чукотке (Бенькова, Швейнгрубер, 2004, с дополнениями Грабовского, светлые фигуры)

Таблица 1

Список исследованных видов рода *Ribes*

Вид	Номер на карте	Возраст растения	Место сбора
<i>R. triste</i>	1	7 л	Центральная Чукотка, среднее течение р. Энмываам, пойма р. Ванакваам, Усть-Бельское оленеводческое хозяйство, в зарослях <i>Chosenia arbutifolia</i> (Pall.) A. Skvorts., <i>Populus suaveolens</i> Fisch.
<i>R. triste</i>	2	6 л.	Южная Чукотка, побережье Канчаланского лимана, устье р. Кычавваам, северная часть берегового обрыва.
<i>R. triste</i>	2	12 л.	Южная Чукотка, побережье Канчаланского лимана, мыс Калашникова, северная часть берегового обрыва.
<i>R. triste</i>	3	3 г.	Южная Чукотка, Золотой хребет, южный склон г. Улитка, 240 м. над ур. м., в зарослях <i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar.

<i>R. triste</i>	3	7 л.	Южная Чукотка, Золотой хребет, юго-западный склон г. Улитка, 210 м. над ур. м., в зарослях <i>D. fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar.
<i>R. triste</i>	3	5 л.	Южная Чукотка, Золотой хребет, южный склон г. Улитка, 200 м. над ур. м., в зарослях <i>D. fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar.
<i>R. dikuscha</i>	4	8 л.	Южная Чукотка, Золотой хребет, юго-восточный склон г. Карьерная, 120 м. над ур. м., у подножья крупных глыб.
<i>R. dikuscha</i>	4	5 л.	Южная Чукотка, Золотой хребет, юго-восточный склон г. Карьерная, 100 м. над ур. м., у подножья крупных глыб.

Образцы древесины каждого конкретного растения (особи) взяты на расстоянии 1-2 см над корневой шейкой в 2-3-кратной повторности. Срезы приготовлены на замораживающем микротоме фирмы Reichert (Австрия) в трех плоскостях – поперечной, тангентальной и радиальной. Ксилотомические описания и микрометрия выполнены по известным методикам (Яценко-Хмелевский, 1954; Metcalfe, Chalk, 1983), при этом использована терминология Международной Ассоциации анатомов древесины - IAWA (Weeler, Baas, 1998), а также словаря терминов, приведенного в монографии Чавчавадзе и Сизоненко (2002). Структурный анализ вторичной ксилемы отобранных образцов проведен с применением светового микроскопа Axio Scope.A1 Zeiss и методики цифрового кодирования ксилотомических признаков, включающей 20 групп признаков и более 160 их вариантов (Умаров и др., 2007).

Количественные параметры элементов даны по срезам и мацерированному материалу. Измерения элементов вторичной ксилемы проводили со стороны наибольшего прироста с последующей первичной статистической обработкой результатов (Глотов и др., 1982). Измеряли ширину годичных колец, радиальный и тангентальный диаметры просветов сосудов, количество просветов сосудов на 1мм², длину члеников сосудов, длину волокнистых элементов, количество лучей на 1мм. По степени изменчивости ксилотомические признаки были разделены на 3 группы: $V \leq 20\%$ (низкая изменчивость), $20\% \leq V \leq 40\%$ (средняя) и $V \geq 40\%$ (высокая) (Лакин, 1973). Результаты измерений приведены в таблице 2, где даны средние значения и коэффициенты вариации признаков.

Результаты и обсуждение. Первые 1-2(3) присердцевинные более широкие слои прироста, относятся к ювенильной ксилеме, т. е. к древесине, которая еще не приобрела типичного для смородины гистологического состава и отличается неустойчивой топографией

элементов и примитивными чертами организации (рассеяннососудистостью, реже полукольцесосудистостью, большим количеством одиночных сосудов, расположенных диффузно, гетерогенными лучами и др.). В связи с этим в работах по систематике или экологии ювенильная ксилема не используется и нами подробно не рассматривалась.

Таблица 2

Количественные показатели ксилотомических признаков видов *R. triste* и *R. dikuscha* (средние значения)

Виды смородины	Место-обитание	Ширина годовичного кольца	Количество просветов сосудов в 1 мм ²	Тангентальный диаметр просвета сосудов	Радиальный диаметр просвета сосудов	Длина членика сосуда	Длина волокнистых элементов	Число лучей на 1 мм
<i>R. triste</i>	роща	Ср. – 273,0 V, % – 21,10	Ср. – 381,0 V, % – 1,95	Ср. – 34,0 V, % – 19,98	Ср. – 40,8 V, % – 20,83	Ср. – 230,0 V, % – 14,43	Ср. – 342,0 V, % – 9,25	Ср. – 23,2 V, % – 4,10
<i>R. triste</i>	побережье	Ср. – 133,0 V, % – 15,40	Ср. – 506,0 V, % – 4,00	Ср. – 29,2 V, % – 21,02	Ср. – 33,9 V, % – 20,01	Ср. – 206,0 V, % – 8,72	Ср. – 493,0 V, % – 7,71	Ср. – 23,0 V, % – 4,60
<i>R. triste</i>	горный склон	Ср. – 211,0 V, % – 7,58	Ср. – 524,0 V, % – 1,45	Ср. – 25,3 V, % – 19,25	Ср. – 27,0 V, % – 22,50	Ср. – 176,0 V, % – 23,40	Ср. – 359,0 V, % – 8,30	Ср. – 32,0 V, % – 5,60
<i>R. dikuscha</i>	горный склон	Ср. – 132,0 V, % – 12,00	Ср. – 590,0 V, % – 2,45	Ср. – 24,5 V, % – 23,00	Ср. – 26,2 V, % – 31,30	Ср. – 196,0 V, % – 18,84	Ср. – 324,0 V, % – 8,60	Ср. – 28,8 V, % – 3,70

Исследована дефинитивная ксилема (зрелая древесина) видов *R. triste* и *R. dikuscha*, структура которой в дальнейшем не изменяется или изменяется в узких пределах в зависимости от погодных условий года (рис. 3, А, Б). В ее состав входят различные типы трахеальных элементов - членики сосудов, волокнистые и сосудистые трахеиды, перегородчатый либриформ (волокна с живым содержимым и тонкими поперечными перегородками), а также радиальные лучи и клетки аксиальной паренхимы (последняя может отсутствовать).

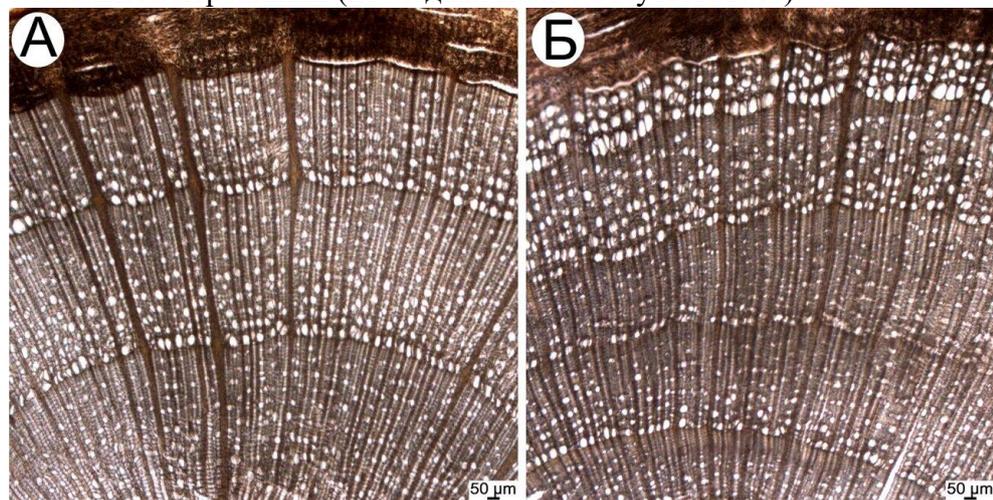


Рис. 3. Расположение просветов сосудов в ювенильной (нижняя часть) и дефинитивной (верхняя часть) ксилеме. *R. triste*: А – морское побережье Канчаланского лимана, устье р. Кычавваам; Б – Золотой хребет, г. Улитка 200 м. над ур. м. (поперечные срезы)

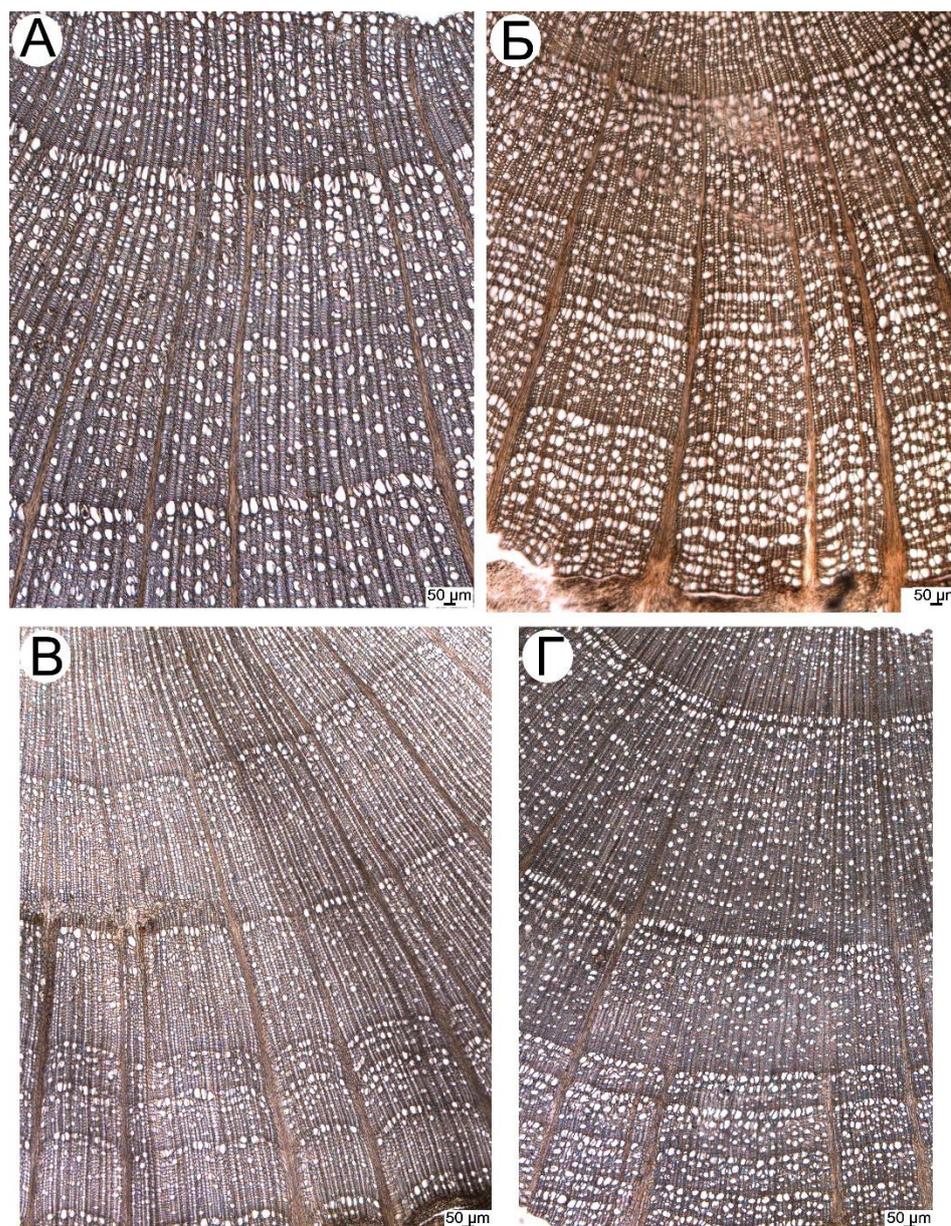


Рис. 4. Расположение просветов сосудов в годичных кольцах стеблей смородины. *R. triste*: А – чозениево-тополевая роща, р. Энмываам; Б – морское побережье, мыс Калашникова; В – Золотой хребет г. Улитка, 210 м. над ур. м.; *R. dikuscha*: Г – Золотой хребет, г. Карьерная, 120 м. над ур. м. (поперечные срезы)

Вторичная ксилема в основном кольцесосудистая, годичные кольца, как правило, узкие, границы их слегка волнистые, в ранней древесине подчеркнуты одним слоем плотно расположенных крупных просветов округлой или изодиаметрической формы. Изредка крупные просветы сосудов могут образовывать 1-2 (3) неполных слоя. Поздняя

древесина представлена несколькими слоями сплюснутых в тангентальном направлении волокнистых и сосудистых трахеид с утолщенными стенками и узкими просветами (рис. 4, А–Г).

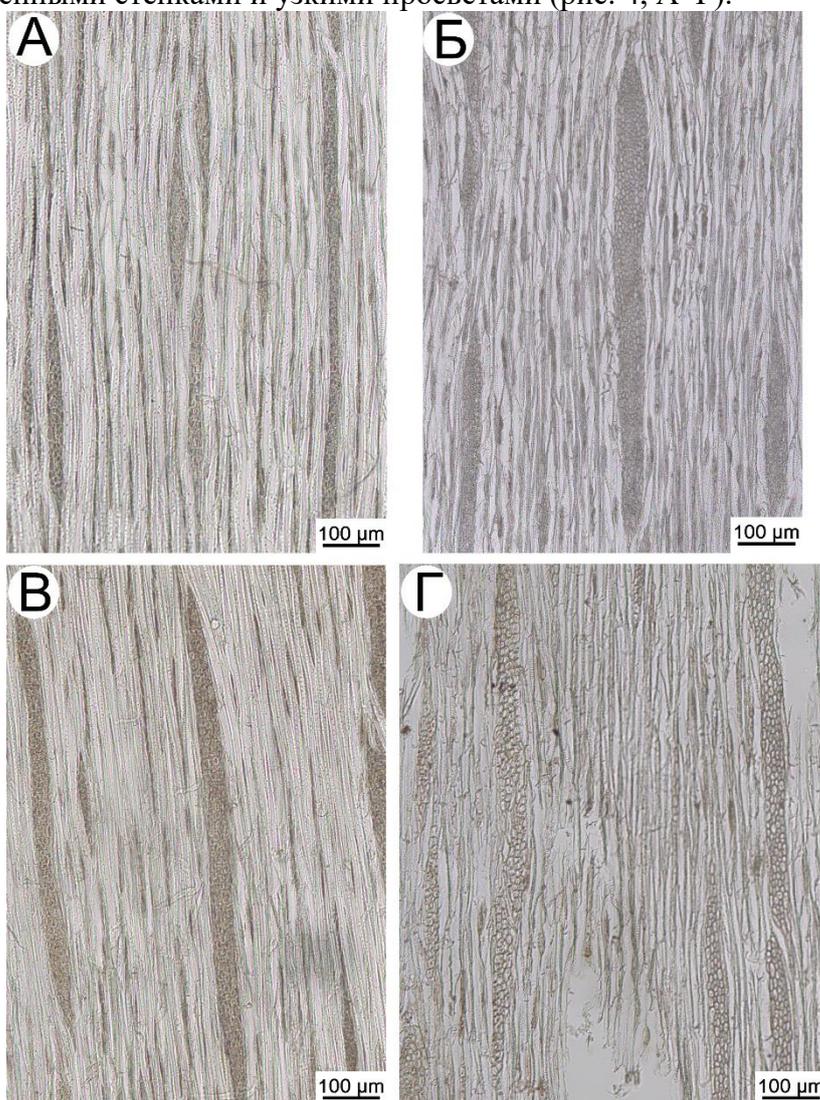


Рис. 5. Однорядные и многорядные лучи в древесине смородины в различных местообитаниях. *R. triste*: А – чозениево-тополевая роща, р. Энмываам; Б – морское побережье, устье р. Кычавваам; В – Золотой хребет, г. Улитка, 210 м над ур. м.; *R. dikuscha*: Г – Золотой хребет, г. Карьерная, 120 м над ур. м (тангентальные срезы)

Членики крупных сосудов довольно короткие цилиндрические (в данном случае длина превышает диаметр в 4-8 раз). Окончания члеников сосудов с короткими клювиками или без них; нередко клювик имеется только с одной стороны. У полустелящихся жизненных форм растений наблюдаются волокнистые и удлиненно-

волокнистые членики сосудов с соотношением длины к диаметру от 8 до 11 и несколько выше.

Перфорационные пластинки лестничные, иногда с редкими бифуркациями, перекладыны в них тонкие, отдельные перфорации в пластинке без окаймлений, число перекладин колеблется от 4 до 17 (20), наибольшее количество их наблюдается в перфорационных пластинках *R. dikuscha* на горных склонах Золотого хребта и у *R. triste* в нижнем ярусе чозениево-тополево́й роще (Заполярье). Межсосудистая поровость точечная, чаще всего супротивная местами смешанная (супротивная и диффузная).

Волокнистые трахеиды с утолщенными оболочками и окаймленными порами, которые хорошо заметны, округлые или овальные, апертуры овально-вытянутые до щелевидных. Сосудистые трахеиды – неперфорированные клетки с утолщенными стенками, сходные по форме и типу поровости с члениками сосудов. Перегородчатый либриформ редок, хотя свойственен обоим видам смородины.

Аксиальная паренхима часто отсутствует или очень скудная, в этом случае отдельные клетки ее на поперечном срезе наблюдаются вблизи сосудов, примыкая к ним (скудная вазицентрическая паратрахеальная паренхима). Иногда клетки аксиальной паренхимы встречаются среди волокнистых трахеид ранней древесины (скудная апотрахеальная диффузная паренхима).

Лучи многочисленные, гетерогенные и гомогенно-палисадные. Первые на тангентальном срезе состоят из клеток различной формы и величины; наиболее мелкие клетки находятся в центре луча, с боков нередко располагаются удлиненные крупные кроющие клетки (рис. 5, А–Г). На радиальном срезе луч окаймляют вертикально-вытянутые клетки, отношение длины которых к ширине от 1:2 до 1:6. Сосудисто-лучевая поровость обильная, поры простые мелкие, все лучи контактные.

Ярусное расположение элементов во вторичной ксилеме, о котором часто упоминается в литературе, нами не отмечено. Отмечено одновременное присутствие во вторичной ксилеме обоих видов специализированных и примитивных признаков (гетеробатмия); к первым относятся - кольцесосудистость, цилиндрические членики сосудов с крупными просветами и короткими клювиками или без них, скудная паратрахеальная вазицентрическая паренхима, многорядные гетерогенные лучи с кроющими клетками и др.; ко вторым - рассеянососудистость, волокновидные и удлиненно волокновидные членики сосудов с очень малыми просветами, гетерогенные лучи, скудная апотрахеальная паренхима или ее отсутствие и др.

Заключение. Проведен количественный эколого-анатомический анализ водопроводящей ткани (древесины) двух видов рода смородина – *Ribes: R. triste* и *R. dikuscha* (Grossulariaceae) из Центральные и Южных районов Чукотки.

Структурные и количественные признаки смородины печальной свидетельствуют о том, что наиболее удачными условиями обитания для нее является нижний ярус чозениево-тополево-рошчи: кроны высоких деревьев и кустарников дают необходимые тень и влагу, защиту от холодного ветра, глубокий снежный покров зимой и достаточно питательные почвы. Самыми неблагоприятными для нее являются побережье Канчаланского лимана и горные склоны Золотого хребта. В первом случае это объясняется, вероятно, избыточным увлажнением почвы и воздуха связанными с морскими приливами и отливами в теплое время года, и глубоким промерзанием сырой почвы в зимний период, на что указывают очень узкие слои прироста древесины, большое число просветов сосудов малого диаметра на единицу площади, а так же ограниченное количество лучевой паренхимы (табл. 2).

Низкогорные районы Золотого хребта являются пессимальной средой обитания для обоих видов смородины, что объясняется отсутствием затенения, дефицитом влаги, скудными почвенными ресурсами и сильными ветрами. Смородина дикуша, для которой это место обитания совершенно ново, имеет самые узкие слои прироста, самые мелкие просветы и наибольшее их количество на единицу площади (табл. 2), однако значительная насыщенность ее древесины лучевыми паренхимными клетками позволяет этому растению помимо семенного осуществлять вегетативное возобновление. Несмотря на трудные условия роста, все изученные растения неплохо приспособлены к своим биотопам (рис. 1 А-Г). Вместе с тем низкий коэффициент вариабельности их ксилотомических признаков ($V \leq 20\%$), реже средний, близкий к нижнему пределу ($V \leq 40\%$) говорит о том, что любое значительное ухудшение экологической обстановки может грозить им гибелью.

Сравнивая оба вида по количественным и структурным признакам вторичной ксилемы в сходных местообитаниях (низкогорные районы Золотого хребта), еще раз убеждаешься в том, что они имеют единый план строения, состав элементов и близкие количественные показатели.

И так, в ходе экологической специализации гидросистема видов *R. triste* и *R. dikuscha* приобрела такой набор анатомических особенностей, который не достигая высокого уровня стабилизирует их экологическую пластичность, способствуя растениям существовать в тех природных условиях Крайнего Севера, которые ими освоены.

Список литературы

- Атлас древесины и волокон для бумаги. 1992 / ред. Чавчавадзе Е.С. М.: Ключ. 336 с.
- Бенькова В.Е., Швейнгрубер Ф.Х. 2004. Анатомия древесных растений России. Берн-Штутгарт-Вена: Поль Хаупт. 456 с.
- Глотов Н.В., Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. 1982. Биометрия. Л. 264 с.
- Лакин Г.Ф. 1973. Биометрия. М.: Изд-во Высшая школа. 342 с.
- Кедров Г.Б. 1965. О значении промежуточных контактов сосудов древесины ясеня *Fraxinus excelsion* L. Научн. докл. высш. школы // Биол. Науки. №2. С. 140-147.
- Кедров Г.Б. 1967. Взаимосвязь некоторых признаков древесины двудольных и ее эволюционное значение // Морфология цветковых растений. М. С.179-198.
- Умаров М.У., Чавчавадзе Е.С., Волкова С.Б. 2007. К методике создания информационного банка данных структуры древесины покрытосеменных // Горные экосистемы и их компоненты. Нальчик. 13-18 августа 2007 г.: труды международной конф. М.: Товарищество научн. изд. КМК. С. 143-147.
- Цвелев Н.Н. 1981. Семейство крыжовниковые (Grossulariaceae) // Жизнь растений. М. Т. 5. Ч. 2. С. 169.
- Чавчавадзе Е.С., Умаров М.У., Сизоненко О.Ю., Волкова С.Б. 2017. Особенности адаптации вторичной ксилемы кустарников и кустарничков к условиям альпийского пояса (Северный Кавказ) // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». № 3. С. 100-111.
- Чавчавадзе Е.С., Умаров М.У., Волкова С.Б., Сизоненко О.Ю. 2021. Эколого-кислотомический анализ древесных цветковых растений из различных фитоценозов восточных районов Северного Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. Т. 13. № 4 (50). С. 544-557.
- Юрцев Б.А., Королева Т.М., Петровский В.В., Полозова Т.Г., Жукова П.Г., Катенин А.Е. 2010. Конспект флоры Чукотской тундры. СПб: ВВМ. 628 с.
- Яценко-Хмелевский А.А. 1954. Основы и методы анатомического исследования древесины. М. 337 с.
- Braun H.J. 1962. Die Organization des Hydrosistem und Stammhols der Baame und Struchlel // Bes. Deutsch Bot. Ges. Vol. 75. N 10. P.401-410
- Metcalf C.R., Chalk L. 1983. Anatomy of the Dicotyledons. Wood structure and conclusion of the general introduction. Oxford. V. 2. 297 p.
- Pujana R.R., Burrieza H.P., Castro M.A. 2008. Wood anatomy of *Ribes magellanicum* (Grossulariaceae) // Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. V. 43 (1-2). P. 61-65.
- Schultheis L.M., Donoghue M.J. 2004. Molecular Phylogeny and Biogeography of *Ribes* (Grossulariaceae), with an Emphasis on Gooseberries (subg. *Grossularia*) // Systematic Botany. V. 29 (1). P. 77-96.
- Wheeler E.A., Baas P. 1998. Wood identification – a review // IAWA J. V. 19. P. 241-264.

**TO THE CHARACTERISTICS OF THE WATER-CONDUCTING
TISSUE OF SOME SPECIES OF THE CURRANT GENUS –
RIBES L. (GROSSULARIACEAE) FROM THE CENTRAL
AND SOUTHERN REGIONS OF CHUKOTKA**

E.S. Chavchavadze, O.Y. Sizonenko, A.A. Grabovskiy, V.O. Romanova
Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg

A quantitative ecological and anatomical analysis of the structure of the plumbing tissue (secondary xylem) of two species of the currant (*Ribes* L., Grossulariaceae), *R. triste* Pall. – Sad Currant and *R. dikuscha* Fisch. ex Turcz. - Wild Currant from various habitats of Central and Southern Chukotka was carried out. The Sad Currant is collected from three growing places: the lower tier of the Chozenia-poplar grove in the Arctic, the coast of the Kanchalan estuary, the low-mountain massif of the Golden Ridge of Ulitka Mountain, 200-240 m above sea level. Wood samples of Wild Currant were taken in similar conditions on the slopes of the Golden Ridge, Karernaya Mountain, 120 m above sea level. Analysis showed that both species of the genus *Ribes* and specific individuals related to them are characterized by a single complex of water-conducting tissue, regardless of geographical location, habitat ecology or the physiological state of the plant. They differ from each other only in quantitative indicators of xylotomic signs. Despite the difficult growth conditions, each of the individuals taken is well adapted to its biotopes. However, the low variability of xylotomic features indicates that any significant deterioration of the ecological situation can bring them death. In the process of natural selection and adaptive specialization of the plumbing tissue, Currant has acquired such a set of xylotomic features that does not reach a high level, increases the ecological plasticity of plants, contributing to their normal functioning in the harsh conditions of the Far North of Russia.

Keywords: *plumbing tissue, secondary xylem, wood, xylotomic signs, Currant, adaptation, Chukotka, the Far North of Russia.*

Об авторах:

ЧАВЧАВАДЗЕ Евгения Савельевна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела Ботанический музей Ботанического института Российской академии наук им. В.Л. Комарова, 198302, г. Санкт-Петербург, Россия, echavcha@yandex.ru.

СИЗОНЕНКО Ольга Юрьевна – кандидат биологических наук, ученый секретарь БИН РАН, заведующий Научно-организационным отделом Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук, 198302, г. Санкт-Петербург, Россия, binadmin@binran.ru.

ГРАБОВСКИЙ Александр Александрович – младший научный сотрудник отдела Ботанический музей Ботанического института Российской академии наук им. В.Л. Комарова, 197376, г. Санкт-Петербург, Россия, paleochukotka@gmail.com.

РОМАНОВА Вероника Олеговна – младший научный сотрудник отдела Ботанический музей Ботанического института Российской академии наук им. В.Л. Комарова, 197376, г. Санкт-Петербург, Россия, veronique71@mail.ru.

Чавчавадзе Е.С. К характеристике водопроводящей ткани некоторых видов рода Смородина – *Ribes* L. (Grossulariaceae) из центральных и южных районов Чукотки / Е.С. Чавчавадзе, О.Ю. Сизоненко, А.А. Грабовский, В.О.Романова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 58-70.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.06.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

УДК 581.9 (571.61.64)
DOI: 10.26456/vtbio320

АДВЕНТИВНЫЕ ВИДЫ ЛАПЧАТКИ (*POTENTILLA*, *ROSACEAE*) ФЛОРЫ ПРИАМУРЬЯ И ПРИМОРЬЯ*

Т.Н. Моторыкина

Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск

В статье приводится список адвентивных видов *Potentilla* флоры Приамурья и Приморья. Для каждого вида растения указывается тип ареала, первичный (аборигенный); места обитания; наиболее ранние находки; названия групп по времени, способу заноса видов на изучаемую территорию, по степени натурализации. Приводятся виды *Potentilla*, которые являются относительно редкими, широко распространенными во флоре Приамурья и Приморья, а также представители, для которых отмечен единичный занос на эту территорию. Показано распределение адвентивных видов *Potentilla* в Приамурье и Приморье, указаны «поставщики» адвентивных видов растений и факторы успешного их расселения.

Ключевые слова: адвентивные виды, полиплоиды, распространение, расселение, степень натурализации, флора.

В «Определителе растений Дальневосточного края» (Комаров, Клобукова-Алисова, 1932) академик В.Л. Комаров уже четко обозначил заносный характер присутствия многих видов растений в составе местной флоры российского Дальнего Востока (далее РДВ). В дальнейшем эта установка – отличать чужеродные виды от представителей аборигенной флоры сохранилась при составлении основных крупных обобщающих работ по флоре РДВ (Воробьев и др., 1966; Ворошилов, 1966, 1982, 1985; Сосудистые растения..., 1985-996; Флора российского..., 2006).

Чужеродные по отношению к местной флоре виды растений принято выделять в особую группу заносных (адвентивных) видов. К их числу относят виды из других регионов Земного шара, появившиеся в составе местной (аборигенной) региональной флоры благодаря деятельности человека в историческое время (от начала

* Работа выполнена в рамках реализации государственного задания согласно тематическому плану Института водных и экологических проблем ДВО РАН (№ гос. регистрации 121021500060-4), тема «Динамика природных и природно-хозяйственных систем в условиях освоения Приамурья и Приохотья» (2021-2025).

неолита) и способные хотя бы некоторое время (от несколько до первых десятков лет) самостоятельно существовать в новых для себя условиях окружающей среды (Биологические инвазии..., 2004).

Доля заносных видов в составе региональных флор постоянно растет, и этот процесс особенно заметен в последние десятилетия, что в основном связано с возрастанием процессов глобализации во всех сферах человеческой деятельности (Агаев, 1989; Нечаева, 1989; Тихомиров, 1989; Харкевич, 1989). Заносные растения следует рассматривать как специфический комплекс видов природной флоры определенной территории в целом, основу которой составляют аборигенные виды (Толмачев, 1974; Кожевников, 2003). Однако следует отметить, что в некоторых работах, посвященных специальному анализу адвентивных растений отдельных регионов, этот комплекс видов нередко рассматривают в качестве самостоятельной «флоры» (Игнатов, Чичев, 1989; Селедец, 1989; Адвентивная флора..., 2004). Традиционно, при выполнении флористического анализа региональных флор учитываются только виды аборигенной (местной) фракции, а комплекс заносных видов в анализ не включают (Мальшев, Пешкова, 1984; Хохряков, 1989; Шлотгауэр и др., 2001; Баркалов, 2009 и др.).

Заносные растения давно привлекают внимание многих исследователей и уже существует литература по различным аспектам их изучения (Экологическая безопасность..., 2002; Биологические инвазии..., 2004 и др.). В том числе имеется ряд публикаций, посвященных выявлению таксономического состава, специальному анализу адвентивных видов для отдельных территорий РДВ (Шага, 1974; Шлотгауэр, Небайкин, 1984; Буч, 1989; Кожевников, 2003; Антонова, 2005, 2009; Старченко, 2008; Кожевников, Кожевникова, 2011; Рубцова, 2017 и др.), а также изучению заносных видов отдельных родов флоры РДВ (Кожевников, 2001; Цыренова, 2007 и др.).

А.Е. Кожевников при изучении адвентивного комплекса флоры РДВ отмечал, что род *Potentilla* (Rosaceae) является самым крупным родом этого комплекса, представленный 15 видами (2,27% от числа видов адвентивного комплекса флоры РДВ). Он занимает ведущее положение в адвентивном комплексе флоры РДВ и выходит в 1 ранг (Кожевников, 2003).

По особенностям родового спектра материковую часть юга РДВ, то есть, Приамурья и Приморья (Амурская область, Еврейская автономная область, Хабаровский и Приморский края) А.Е. Кожевников и З.В. Кожевникова рассматривают как территорию с таксономическим спектром *Potentilla*-типа. При этом сохраняется вектор увеличения (с 4 до 15 видов) и усложнения таксономического

разнообразия адвентивного комплекса *Potentilla* в направлении с северо-запада (Нюкжинский и Даурский флористические районы РДВ) на юго-восток (Уссурийский флористический район РДВ, с подрайонами) (Кожевников, Кожевникова, 2011).

С.Д. Шлотгауэр, М.В. Крюкова и Л.А. Антонова в 2001 году для Хабаровского края указывают семь адвентивных видов лапчатки: *P. anserina* L., *P. argentea* L., *P. bifurca* L., *P. canescens* Bess., *P. intermedia* L., *P. multifida* L., *P. norvegica* L. (Шлотгауэр и др., 2001). В 2009 году видовой состав заносных представителей *Potentilla* для данного региона пополнился еще одним видом – *P. approximata* Bunge (Антонова, 2009). Для Приморского края в 1980 году Т.И. Нечаева привела 10 адвентивных видов лапчатки: *P. anserina*, *P. argentea*, *P. approximata*, *P. bifurca*, *P. canescens*, *P. intermedia*, *P. collina* Wib., *P. erecta* (L.) Rausch., *P. reptans* L., *P. tobolensis* Th. Wolf ex Pavlov (Нечаева, 1980). В 1996 году, по данным В.В. Якубова, во флоре Приморья насчитывалось уже 12 заносных видов *Potentilla*. Кроме видов, которые для этого региона приводила в 1980 году Т.И. Нечаева добавились еще: *P. heidenreichii* Zimmeter и *P. multifida* L. (Якубов, 1996). Это еще раз подтверждает высказывание ученых о том, что доля заносных видов в составе региональных флор постоянно растет, этот процесс очень динамичен и заметен в последние десятилетия, что в основном связано с возрастанием процессов глобализации во всех сферах человеческой деятельности.

В 2015 году нами, во флоре Приамурья и Приморья, выделяется адвентивный комплекс рода *Potentilla*, представленный 11 видами (23,4% от всех видов лапчатки флоры Приамурья и Приморья): *P. approximata*, *P. argentea*, *P. bifurca*, *P. canescens*, *P. collina*, *P. erecta*, *P. heidenreichii*, *P. intermedia*, *P. multifida*, *P. reptans* и *P. tobolensis* (Моторыкина, 2015). Вслед за учеными, изучающий род *Potentilla* – Р.В. Камелиным (2001), В.И. Курбатским (2012), Н.Н. Цвелёвым (2000), мы рассматриваем *Potentilla anserina* как аборигенный вид, хотя Л.А. Антонова в работе «Конспект адвентивной флоры Хабаровского края» приводит *P. anserina* как заносный вид (Антонова, 2009).

Ниже нами приводится список адвентивных видов лапчаток флоры Приамурья и Приморья, где для каждого вида приводится тип ареала, преимущественно первичный (аборигенный), места обитания, указываются наиболее ранние находки, приводятся названия групп по времени, способу заноса видов на изучаемую территорию, по степени натурализации.

Виды представлены в алфавитном порядке. Выделение групп по времени, способу заноса видов на изучаемую территорию, по степени натурализации приведено по Л.А. Антоновой (Антонова, 2009).

По времени заноса на территорию Приамурья и Приморья выделены три группы:

- 1) археофиты – виды, являющиеся спутником человека с раннего исторического времени;
- 2) неофиты – виды, заселенные с середины XIX века (начало освоения русскими Дальнего Востока);
- 3) эунеофиты – виды, недавно появившиеся в местной флоре.

По способу заноса на территорию Приамурья и Приморья выделены пять групп:

- 1) эргазиофиты – дичающие интродуценты, не уходящие из мест их выращивания;
- 2) эргазиофитофиты – растений, ушедшие из культуры и расселившиеся по вторичным местообитаниям;
- 3) эргазио-ксенофиты – растения смешанного заноса (ушедшие из культуры и случайно занесенные);
- 4) ксенофиты – случайно занесенные в результате хозяйственной деятельности растения;
- 5) аколотофиты – аборигенные виды растений, расселяющиеся за пределы своего естественного ареала по территориям с нарушенным растительным покровом.

По степени натурализации (уровню адаптированности к новым географическим условиям) на территории Приамурья и Приморья указаны четыре группы:

- 1) эфемерофиты – временные растения, неспособные к самовозобновлению, встречаются в местах заноса 1-2 года;
- 2) колонофиты – растения, удерживающиеся в местах заноса продолжительное время, но не расселяющиеся далеко за их пределы;
- 3) эпекофиты – устойчиво самовозобновляющиеся на вторичных местообитаниях заносные виды;
- 4) агриофиты – заносные виды, внедряющиеся в естественные и малонарушенные растительные сообщества.

В списке адвентивных видов лапчаток флоры Приамурья и Приморья используются следующие сокращения:

- бух – бухта;
- г – город;
- окр. – окрестности;
- пос. – поселок;
- ПК – Приморский край;
- р-н – район;
- с. – село;
- ст. – станция;
- ХК – Хабаровский край.

***Potentilla approximata* Bunge – Л. сближенная.** Сибирско-центральноазиатский вид. Встречается по обочинам дорог, на эродированном грунте у автомобильных дорог, на откосах железнодорожных насыпей, на выгонах. ХК, Бикинский р-н, с. Бойцово, 20.07.1980; ХК, Хабаровский р-н, дорога Бычиха-Казакевичево, 30.08.1993; ПК, г. Владивосток, ст. Седанка, 21.06.1971; ПК, г. Владивосток, Академгородок, 26.08.1975. Эунеофит, ксенофит, колонофит.

***P. argentea* L. – Л. серебристая.** Евросибирский вид. Встречается у дорог, на выгонах, залежах, суходольных лугах близ жилья. ХК, Комсомольский р-н, окр. ст. Пивань, 23.05.1966; ХК, г. Комсомольск-на-Амуре, 13.07.1972; ПК, Уссурийский р-н, окр. г. Уссурийска, 26.06.1964; ПК, Шкотовский р-н, ст. Анисимовка, 29.06.1973; ПК, Уссурийский р-н, окр-ти с. Горно-Таёжное, 15.09.1974. Неофит, ксенофит, агриофит.

***P. bifurca* L. – Лапчатка вильчатая.** Кавказско-центральноазиатско-южносибирский вид. Встречается у дорог, на выгонах, на лугах среди разнотравья, на песках, на железнодорожных насыпях. ХК, Ванинский р-н, пос. Октябрьский, 16.08.1990; ХК, г. Хабаровск, 02.08.2002; ПК, Надеждинский р-н, с. Тереховка, 28.06.1964; ПК, окр. г. Владивостока, ст. Океанская, 31.07.1977. Неофит, ксенофит, эпекофит.

***P. canescens* Besser – Л. седоватая.** Евросибирский вид. Встречается у дорог, на выгонах, суходольных лугах близ жилья. ХК, Ульчский р-н, с. Богородское, 02.07.1978; ПК, Уссурийский заповедник им. В.Л. Комарова, 12.07.1974; ПК, Шкотовский р-н, ст. Анисимовка, 16.07.1974; ПК, г. Владивосток, 06.06.1976. Неофит, ксенофит, колонофит.

***P. collina* Wib. – Л. холмовая.** Европейский вид. Встречается у железнодорожных насыпей. ПК, Шкотовский р-н, ст. Анисимовка, 12.07.1974. Эунеофит, ксенофит, колонофит.

***P. erecta* (L.) Raeusch. – Л. прямостоящая, калган.** Европейско-западносибирский вид. Встречается у дорог. Вид известен из единственного местонахождения: ПК, Лесозаводский р-н, окр. г. Лесозаводска (без указания даты сбора). Эунеофит, ксенофит, колонофит.

***P. heidenreichii* Zimmeter – Л. Гейденрейха.** Европейский вид. Встречается у железных дорог. ПК, Дальнегорский р-н, п. Дальнегорск, 28.06.1984. Эунеофит, ксенофит, колонофит.

***P. intermedia* L. – Л. средняя.** Евросибирский вид. Встречается на выгонах, суходольных лугах близ жилья, на пустырях, по обочинам дорог, у железнодорожных путей. ХК, г. Хабаровск, 09.09.1964; ХК, Амурский р-н, г. Амурск, 25.06.2002; ХК, р-н им. Лазо, пос.

Переяславка, 25.06.2004; ХК, Ульчский р-н, с. Богородское, 15.07.2004; ПК, бух. Шамора, приморские пески Уссурийского залива, 09.07.1929; ПК, Хасанский р-н, ст. Приморская, у железной дороги, 11.08.1963. Неофит, ксенофит, эпекофит.

***P. multifida* L. – Л. многонадрезанная.** Евросибирско-центральноазиатский вид. Встречается у жилья и у дорог, на откосах железнодорожных насыпей, по песчаным берегам рек (чаще в местах рекреации). ХК, Комсомольский р-н, с. Хумми, 10.07.1966; ХК, Хабаровский р-н, ст. Приамурская, 26.06.1971; ПК, г. Владивосток, 07.07.1974. Неофит, акалютофит, эпекофит.

***P. reptans* L. – Л. ползучая.** Европейско-средиземноморский вид. Встречается у дорог. ПК, Хасанский р-н, пос. Славянка, 20.07.1979; ПК, Шкотовский р-н, пос. Анисимовка, 09.07.1979. Эунеофит, ксенофит, колонофит.

***P. tobolensis* Th. Wolf ex Pavlov – Л. тобольская.** Западносибирский вид. Встречается на выгонах, у домов, на железнодорожных насыпях. ПК, Шкотовский р-н, ст. Анисимовка, 23.07.1973. Эунеофит, ксенофит, колонофит.

Адвентивные виды растений характеризуются большой лабильностью. Будучи неспособными внедряться на новые территории в сложившиеся многовидовые сообщества, они первоначально поселяются в нарушенных местообитаниях. Быстрое распространение их на новой территории объясняется следующими факторами: во-первых, в открытых растительных сообществах рудеральных местообитаний нет острой межвидовой конкуренции; во-вторых – отсутствуют сдерживающие факторы в виде болезней и вредителей, существовавшие на родине заносного вида.

Распространение адвентивных растений идет по территориям неравномерно. В монографии «Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана» С.Д. Шлотгауэр с соавторами (2001) сравнивая количество адвентивных видов на разных территориях, приводят следующие данные: Хабаровский край – 306 видов; Приморский край – 415 (Прокопенко, 2021; Сосудистые растения..., 1985-1996), Амурская область – 260 видов (Старченко, 2008), Еврейская автономная область – 205 видов (Рубцова, 2017). Наиболее богат адвентивными видами растений Приморский край, который, по сравнению с другими территориями, расположен южнее и является наиболее освоенным субрегионом российского Дальнего Востока. Такая же тенденция прослеживается и на изучаемой нами территории. В Приамурье встречаются шесть адвентивных видов лапчатки: *P. approximata*, *P. argentea*, *P. bifurca*, *P. canescens*, *P. intermedia*, *P. multifida*, а в Приморье – 11 видов, то есть, кроме вышеперечисленных, здесь были зарегистрированы также *P. collina*, *P. erecta*, *P.*

heidenreichii, *P. reptans* и *P. tobolensis*. Распределение видов лапчатки по территории отражает зависимость от суровости климатических условий, степени освоенности территории и интенсивности хозяйственной деятельности.

Такие виды, как *P. approximata*, *P. canescens* и *P. reptans* являются относительно редкими на изучаемой территории; для *P. collina*, *P. erecta*, *P. heidenreichii* и *P. tobolensis* зарегистрирован для каждого единичный занос, *P. argentea* и *P. multifida* широко распространены во флоре Приамурья и Приморья и уже натурализовались.

Наиболее активным «поставщиком» адвентивных видов растений являются крупные железнодорожные узлы транссибирской магистрали (Хабаровск, Уссурийск, Биробиджан), морские и речные порты (Владивосток, Находка, Советская Гавань, Ванино, Николаевск-на-Амуре) с ввозимыми из-за рубежа грузами. Обычно эти зоны являются «центрами» концентрации «чужеродных» видов и источниками их дальнейшего расселения. В транспортных узлах создаются особые условия для натурализации «новых» компонентов флоры: дренирующие свойства субстрата, позволяющие «сбрасывать» излишнюю влагу в период муссонных дождей, и глубокое прогревание гравийно-галечного материала железнодорожного полотна и откосов, легкость заноса диаспор подвижным транспортом, отсутствие конкуренции со стороны эдификаторных видов (Шлотгауэр, 2010). Л.А. Антонова (2005) отмечает, что основным путем случайного проникновения диаспор заносных растений является транспортировка и переработка различных грузов. Наибольшая роль принадлежит железнодорожному транспорту, так как при железнодорожных местообитаниях представляют собой территории экологического благоприятствования для видов-вселенцев.

Успешному расселению адвентивных растений, в частности лапчаток, способствует их высокая семенная продуктивность, чем больше семян попадает на занимаемую площадь, тем успешнее расселяется вид. Кроме этого, Н.С. Пробатова (2003) успешное расселение адвентивных видов связывает с их полиплоидной природой (4x, 6x, 8x, 10x) и считает, что по обилию полиплоидов в растительных сообществах можно судить о произошедших изменениях в растительном покрове. Полиплоидные виды (*P. argentea* – 4x, 6x; *P. bifurca* – 4x, 8x; *P. intermedia* – 4x, 6x, 8x, *P. multifida* – 4x, 7x, *P. collina* – 6x, 8x, 10x, 12x). Полиплоидные виды обычно имеют не только обширные ареалы, но и более широкую экологическую амплитуду, в сравнении с диплоидами, что, несомненно, является следствием богатства их генофонда. При усилении антропогенных воздействий в растительном покрове возрастает роль адвентивных полиплоидных

видов. Чем больше адвентивных видов отмечено в растительных сообществах, тем более эта территория подвергалась антропогенному прессу, так что высокое видовое разнообразие адвентивных видов в растительных сообществах может служить показателем степени нарушенности растительного покрова территории.

Таким образом, адвентивный комплекс лапчаток во флоре Приамурья и Приморья представлен 11 видами. Распространение адвентивных растений идет по территориям неравномерно: наиболее богатым по количеству адвентивных видов лапчатки является Приморский край (11 видов), который является наиболее освоенным дальневосточным субрегионом. Активными «поставщиками» адвентивных видов являются крупные железнодорожные узлы транссибирской магистрали, а также морские и речные порты. На примере лапчаток заметна активная адвентизация флоры южной материковой части российского Дальнего Востока.

Список литературы

- Агаев М.Г.* 1989. Расселение растений и его эволюционная роль // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 13-15.
- Адвентивная флора Воронежской области: исторический, биогеографический, экологический аспекты.* 2004 / А.Я. Григорьевская, Е.А. Стародубцева, Н.Ю. Хлызова, В.А. Агафонов. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та. 320 с.
- Антонова Л.А.* 2005. Адвентивный компонент во флоре Нижнего Приамурья // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2) : тезисы докл. II международного симпозиума. Рыбинск-Борок. С. 42-43.
- Антонова Л.А.* 2009. Конспект адвентивной флоры Хабаровского края. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН. 93 с.
- Баркалов В.Ю.* 2009. Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука. 468 с.
- Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах: монография.* 2004 / ред. А.Ф. Алимов, Н.Г. Богуцкая. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 436 с.
- Буч Т. Г.* 1989. Итоги изучения адвентивной флоры Приморского края // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 109-111.
- Воробьев Д.П., Ворошилов В.Н., Горовой П.Г., Шретер А.И.* 1966. Определитель растений Приморья и Приамурья. М.-Л.: Наука. 492 с.
- Ворошилов В.Н.* 1966. Флора советского Дальнего Востока. М.: Наука. 477 с.
- Ворошилов В.Н.* 1982. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука. 672 с.
- Ворошилов В.Н.* 1985. Список сосудистых растений советского Дальнего

- Востока // Флористические исследования в разных районах СССР. М.: Наука. С. 139-200.
- Игнатов М.С., Чичев А.В.* 1989. Краткий анализ флоры Московской области // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 30-31.
- Камелин Р.В.* 2001. Род Лапчатка – *Potentilla* L. // Флора Восточной Европы. Т. 10. СПб. С. 394-452.
- Кожевников А.Е.* 2001. Сытевые (семейство Сурегасеae Juss.) Дальнего Востока России (современный таксономический состав и основные закономерности его формирования). Владивосток: Дальнаука. 275 с.
- Кожевников А.Е.* 2003. Биологическое разнообразие сосудистых растений российского Дальнего Востока: основные флористико-систематические параметры // Вестник ДВО РАН. № 3. С. 39-53.
- Кожевников А.Е., Кожевникова З.В.* 2011. Комплекс адвентивных видов растений как компонент природной флоры Дальнего Востока России: разнообразие и пространственные изменения таксономической структуры // Комаровские чтения. Вып. 58. С. 5-36.
- Комаров В.Л., Клобукова-Алисова Е.Н.* 1932. Определитель растений Дальневосточного края. Л.: Изд-во АН СССР. Т. 2. С. 623-1175.
- Курбатский В.И.* 2012. Род *Potentilla* L. // Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения. Новосибирск. С. 206-218.
- Малышев Л.И., Пешкова Г.А.* 1984. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука. 265 с.
- Моторыкина Т.Н.* 2015. Лапчатки (род *Potentilla*, Rosaceae) флоры Приамурья и Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 25 с.
- Нечаева Т.И.* 1980. О заносных лапчатках Приморья // Ботанический журнал. Т. 65. № 2. С. 223-224.
- Нечаева Т.И.* 1989. Динамика адвентивного элемента во флоре Приморского края // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 108-109.
- Пробатова Н.С.* 2003. Числа хромосом растений как источник информации при изучении флоры Дальнего Востока России // Вестник ДВО РАН. № 3. С. 54-67.
- Прокопенко С.В.* 2021. Находки адвентивных растений в Приморском крае // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т. 126. Вып. 3. С. 47-48.
- Рубцова Т.А.* 2017. Флора Еврейской автономной области. Хабаровск: Антар. 241 с.
- Селедец В.П.* 1989. Адвентивная флора как показатель антропогенной трансформации растительного покрова советского Дальнего Востока // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 91-92.
- Сосудистые растения советского Дальнего Востока.* Тт. 1-8. Л.: Наука, 1985-1996.
- Старченко В.М.* 2008. Флора Амурской области и вопросы ее охраны. М.:

- Наука. 228 с.
- Тихомиров В.Н.* 1989. Актуальные задачи изучения адвентивных и синантропных растений // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 3-6.
- Толмачев А.И.* 1974. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 244 с.
- Флора* российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». Т. 1-8 (1985-1996). 2006 / ред. А.Е. Кожевников, Н.С. Пробатова. Владивосток: Дальнаука. 456 с.
- Харкевич С.С.* 1989. Основные черты становления дальневосточного очага адвентивизации флоры и синантропизации растительности // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 89-91.
- Хохряков А.П.* 1989. Сорная и заносная флора Магаданской области // Проблемы изучения адвентивной флоры СССР: материалы совещания. М.: Наука. С. 92-94.
- Цвелёв Н.Н.* 2000. *Potentilla L.* – Лапчатка // Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб. С. 437-441.
- Цыренова Д.Ю.* 2007. Род *Geranium* (Geraniaceae) в бассейне Амура (систематика, география, филогения): автореф. дис. ... док. биол. наук. Хабаровск. 44 с.
- Шага Н.И.* 1974. Заносные растения во флоре Нижнего Амура // Ботанический журнал. Т. 59. № 10. С. 1460-1465.
- Шлотгауэр С.Д.* 2010. Основные закономерности формирования урбанофлоры Дальнего Востока России // Бюллетень Главного ботанического сада. Вып. 196. С. 102-106.
- Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В., Антонова Л.А.* 2001. Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН. 195 с.
- Шлотгауэр С.Д., Небайкин В.Д.* 1984. К познанию адвентивной флоры южной части Хабаровского края // Бюллетень Главного ботанического сада. Вып. 113. С. 42-45.
- Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов.* 2002. М. 118 с.
- Якубов В.В.* 1996. Лапчатка – *Potentilla L.* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 8. СПб. С. 168-206.

ADVENTITIOUS SPECIES OF POTENTILLA (*POTENTILLA*, ROSACEAE) FLORA OF THE PRIAMURYE AND PRIMORYE

T.N. Motorykina

Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the RAS
Institute of Water and Ecology Problems of the Far Eastern Branch of the Russian
Academy of Sciences, Khabarovsk

Here I provide a list of adventitious species of *Potentilla* of the Priamurye and Primorye flora. For each plant species, the type of areal is indicated, (primary/aboriginal), habitat, the earliest finds, the names of groups according to time, method of introduction of species into the study area, the degree of naturalization. The species of *Potentilla*, which are relatively rare or widespread in the flora of the Priamurye and Primorye are described, along with species for which a single entry into this territory has been noted. The distribution of adventitious species of *Potentilla* in the Priamurye and Primorye is shown, the "suppliers" of adventitious plant species and the factors of their successful settlement are indicated.

Keywords: *adventitious species, polyploids, distribution, settlement, degree of naturalization, flora.*

Об авторе

МОТОРЫКИНА Татьяна Николаевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии растительности, Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 680021, Хабаровск, ул. Дикопольцева, 56; e-mail: tanya-motorykina@yandex.ru.

Моторыкина Т.Н. Адвентивные виды лапчатки (*Potentilla*, Rosaceae) флоры приамурья и приморья / Т.Н. Моторыкина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 71-81.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.05.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

УДК 58.084.1
DOI: 10.26456/vtbio321

АНАЛИЗ РОСТА И РАЗВИТИЯ СПАТИФИЛЛУМ УОЛЛИСА (*SPATHIPHYLLUM WALLISII* REGEL) ПРИ ГИДРОПОННОМ МЕТОДЕ ВЫРАЩИВАНИЯ*

У Хайфэн^{1,2}, Н.Г. Розломий¹, Тянь Цзяхуэй², А.Н. Белов¹

¹Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск

²Шэньянский технологический институт, Фушунь (Китай)

В процессе исследования проведен сравнительный анализ выживаемости, роста и развития Спатифиллум Уоллиса (*Spathiphyllum wallisii* Regel) в шести вариантах питательных растворов. Определены особенности роста и развития растений в зависимости от состава гидропонических растворов. В качестве показателей использовались: площадь и количество листьев в зависимости от возраста побега, фазы появления новых листьев и количество отмирающих. В процессе формирования растений учитывалась устойчивость к вредителям и болезням, развитие цветоноса, жизненность. Выявлены наиболее оптимальные составы питательных растворов, обеспечивающих высокую выживаемость при переводе саженцев из почвогрунта на гидропонику. Определена выживаемость растений под влиянием различных растворов. Произведены замеры и количество листьев, фазы появления новых листьев и количество отмирающих. В процессе роста наблюдались изменения подверженности заболеваниям, длина цветочной стрелки, состоянии роста и т.д. Определено, что раствор С (нитрат калия, сульфат аммония, сульфат кальция, сульфат железа и сульфат магния) наиболее благоприятно влияет на рост и развитие Спатифиллум Уоллиса, выживаемость саженцев составила 93,3 %.

Ключевые слова: *Spathiphyllum wallisii* Regel, гидропоника, питательные смеси, морфологические показатели.

Введение. В последние годы гидропоника для выращивания цветов, как экологически чистых объектов, становится все более популярной. Спатифиллум Уоллиса (*Spathiphyllum wallisii* Regel), многолетнее растение, родина которого – тропическая Колумбия,

* Работа поддержана Шэньянским технологическим институтом, 2022 г. Проект исследовательского фонда молодых ученых по интеграции науки и образования. Название проекта: Исследование патогенетического механизма *Beauveria bassiana* для *Monochamus saltuarius* Gebler. Номер проекта: QN202202. Достижения Исследовательского фонда для молодых преподавателей Шэньянского технологического института.

имеет оригинальный по форме белый цветок, который является более распространенным цветом во флористике и пользуется высоким потребительским спросом (Han L. et al., 2016; Shufang F. et al., 2019).

Разведение Спатифиллум Уоллиса с использованием методов беспочвенной культивации сводится к двум этапам: 1) выращивание рассады в почвогрунте; 2) доращивание до зрелого состояния в питательном растворе (Liu X.F. et al., 2019; Liu K. et al., 2023). Метод гидропоники позволяет создать качественные, здоровые, с длительным периодом цветения растения, и, что особенно важно, позволяет экономить питательные вещества почвы и влагу, рабочую силу (Ванин В.А., 2020; Аль-Рукаби М.Н.М. и др., 2021), а также обуславливают отсутствие необходимости борьбы с сорняками, малое количество вредителей и болезней (Карпюк Т.В., 2022).

Гидропоника позволила значительно расширить сельскохозяйственное производство без ущерба для окружающей среды и экономить пространство, что весьма эффективно способствовало масштабному производству Спатифиллум Уоллиса на севере Китая. По мере того, как специалисты агролесомелиорации непрерывно наращивают свои усилия и осваивают новые и более совершенные технологии гидропоники (Берсенева С.А. и др., 2020; Farawn K.K. et al., 2021) был достигнут значительный прогресс в технологии декоративного возделывания красиво цветущих растений в закрытом грунте в последние годы, например таких, как Спатифиллум Уоллиса.

В 1874 году Спатифиллум Уоллиса был интродуцирован из тропической зоны Южной Америки в Европу, где он первоначально выращивался на территории знаменитых европейских ботанических плантаций. В начале XX века Спатифиллум Уоллиса, был удостоен высокой оценки, и в 80-х годах XX века получил широкое признание в Европе, где он рассматривался как символ невинности, чистоты и мира (Shufang F. et al., 2019). В силу того, что Спатифиллум Уоллиса пользуется популярностью во всех странах, его промышленное производство реализуется на рынке различными международными компаниями, лабораториями по производству растений и некоторыми компаниями цветочной промышленности.

Цель исследования – проанализировать влияние различных питательных веществ на рост и развитие Спатифиллум Уоллиса, с целью дальнейшего применения данной среды в промышленном производстве Китая и России.

Методика. В качестве объекта были взяты саженцы в количестве 15 шт. для каждой питательной среды. Все растения выбраны с условием подходящего состояния на момент эксперимента,

без вредителей и болезней, с хорошей энергией роста для гидропонных испытаний.

Спатифиллум Уоллиса извлекли из почвы, промыли от оставшегося грунта или субстрата, удалили поврежденные и испорченные корни, после чего саженцы поместили в 0,1% раствора $KMnO_4$ и оставили на 15–20 мин для дезинфекции. Затем промыли корни растений чистой водой, чтобы подготовить растения к гидропоническим испытаниям.

После очистки растения Спатифиллум Уоллиса высушили, провели измерение длины листьев, длины корней, а также подсчет количества листьев каждого растения. Далее растения поместили в вермикулит. В емкость для культивирования поместили питательный раствор, контейнер для культивирования – стеклянная тара диаметром 10 см и высотой 10 см. Для каждой питательной среды были взяты 15 растений. Для правильного протекания эксперимента питательная смесь в каждом контейнере не должна покрывать 1/3 корневой системы, которую необходимо подвергать воздействию воздуха.

В эксперименте использовались 5 различных комбинаций питательных смесей (А, В, С, D, Е). В качестве контроля использовалась чистая вода (СК) таблица 1.

Таблица 1

Гидропонный раствор для выращивания Спатифиллум Уоллиса (мг/л)

Опыт	А	В	С	D	Е	СК
Нитрат калия	800	800	700	700	-	-
Сульфат аммония	160	-	160	-	-	-
Нитрат аммония	160	-	-	-	160	-
Сульфат железа (II)	-	-	1	-	1	-
Дигидрофосфат калия	-	-	-	1500	1500	-
Сульфат кальция	-	100	100	-	-	-
Сульфат магния	-	5	28	5	-	-

Результаты и обсуждение. Согласно экспериментальным данным, полученным в результате наблюдения за ходом роста и развития растений Спатифиллум Уоллиса в различных гидропонных смесях, были выявлены определенные закономерности роста и развития данного вида.

В результате гидропонного метода развитие корневой системы идет двумя способами: одни образцы растут, получая питательные вещества из старых корней, а другие – начинают ускоренное развитие новой корневой системы. Так как старые корни в процессе отмирают, необходимо своевременно удалять мертвые участки корневой

системы. Во время гидропоники образуются новые листья, а некоторые растения могут расцвести (рисунки 1-3).

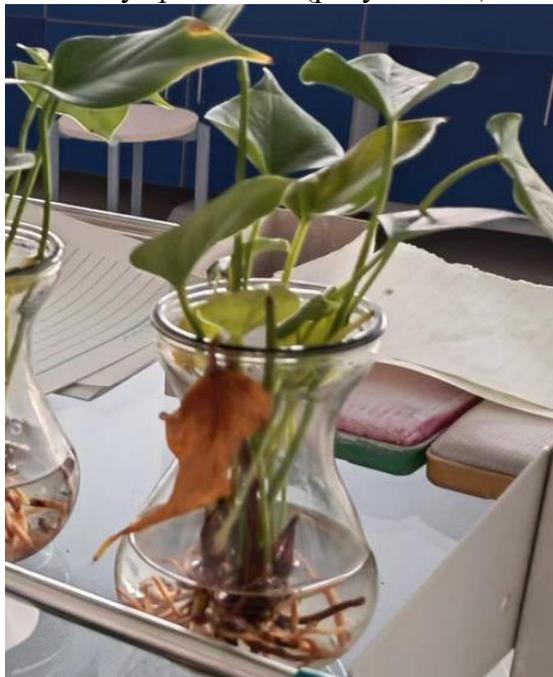


Рис. 1. Формирование новых корней



Рис. 2. Сформировавшиеся корневые системы



Рис. 3. Формирование новых листьев и цветов

Влияние различных гидропонных питательных растворов на выживаемость Спатифиллум Уоллиса подробно показано в таблице 2.

Таблица 2

Влияние различных гидропонных растворов на выживаемость Спатифиллум Уоллиса

Питательная жидкость	Экспериментальные саженцы, шт	Живые саженцы, шт	Показатель выживаемости, %
A	15	11	73.3
B	15	9	60
C	15	14	93.3
D	15	12	80
E	15	8	53.3
СК	15	7	46.7

В процессе культивирования было обнаружено, что у некоторых растений начинается процесс гниения от корней, у других – листья становятся желтыми и выпадают, некоторые растения не могут адаптироваться к питательной среде и погибают, а другие растут очень хорошо и даже увеличивают темпы роста и развития.

Данный гидропонический эксперимент был проведен в течение четырех недель, и после испытания был сделан вывод, что выживаемость питательной жидкости формулы С составляет 93,3% – самая высокая выживаемость, формула D занимает второе место, достигая 80%. самая низкая выживаемость культивирования чистой водой (СК) составляет 46,7%.

В таблице 3 приведена подробная статистика появления новых листьев.

Таблица 3

Статистика роста листьев

Питательная среда	Первая неделя	Вторая неделя	Третья неделя	Четвертая неделя
А	Листья: 49	Листья: 49 Новый лист: 0 Желтые листья: 0	Листья: 50 Новый лист: 1 Желтые листья: 3	Листья: 50 Новый лист: 0 Желтые листья: 4 Мертвые листья: 2
В	Листья: 62	Листья: 62 Новый лист: 0 Желтые листья: 2	Листья: 64 Новый лист: 2 Желтые листья: 4 Мертвые листья: 1	Листья: 64 Новый лист: 0 Желтые листья: 1
С	Листья: 50	Листья: 54 Новый лист: 4 Желтые листья: 1	Листья: 56 Новый лист: 2 Желтые листья: 2	Листья: 57 Новый лист: 1 Желтые листья: 0
Д	Листья: 54	Листья: 54 Новый лист: 0 Желтые листья: 0	Листья: 56 Новый лист: 2 Желтые листья: 1	Листья: 57 Новый лист: 1 Желтые листья: 2
Е	Листья: 51	Листья: 51 Новый лист: 0 Желтые листья: 0	Листья: 51 Новый лист: 0 Желтые листья: 2	Листья: 53 Новый лист: 2 Желтые листья: 1
СК	Листья: 56	Листья: 56 Новый лист: 0 Желтые листья: 0	Листья: 57 Новый лист: 1 Желтые листья: 2	Листья: 51 Новый лист: 0 Желтые листья: 5 Мертвые листья: 3

Из приведенной таблицы видно, что в питательной жидкости группы А появился 1 новый лист в течение четырех недель, желтых листьев – 7, мертвых – 2. В течение первой и второй недели изменений в опытных образцах не наблюдалось, темпы роста были очень незначительны. На третьей неделе появился первый новый лист, желтых листьев становится больше; на 4-ой неделе идет медленный рост и 2 листа отмирают.

Растения, выращенные в питательной смеси группы В, имеют по 2 новых листа расположенных напротив по отношению друг к другу. В общей сложности на всех растениях – 7 желтых листьев, 2 мертвых листа. Третья неделя показала хорошие темпы роста, а остальные несколько недель – медленный рост и развитие.

Образцы, выращенные в питательной смеси группы С, за весь период наблюдения дали 7 новых листьев, мертвых листьев не было, а общий темп роста оказался активным.

В питательной жидкости группы Д количество новых листьев составило всего 3 шт., желтых листьев – 3. На 3-ей неделе темпы роста стали улучшаться, на первой и второй неделе рост шел медленно, не было новых листьев, хотя и желтых тоже. Мертвые листья также отсутствовали.

Количество новых листьев в питательной жидкости группы Е – 2. В течение первых трех недель рост и развитие практически не отмечались, мертвых листьев не было, общий рост хороший.

В контрольной группе СК количество новых листьев составило 1 шт., количество желтых листьев – 7, количество мертвых листьев – 3. Общее состояние растений оказалось неудовлетворительным – растение желтеет и не имеет питательных веществ.

Влияние различных питательных смесей на цветение растений Спатифиллум Уоллиса подробно показано в таблице 4.

Таблица 4

Влияние различных питательных веществ на цветение растений

Питательная среда	Живые саженцы, шт.	Цветковые растения, шт.	Коэффициент цветения, %	Длина цветка, см	Среднее количество цветов/ погрешность
А	11	1	9.1	12.8±6.3	4.9±2.5
В	9	2	22.2	14.4±4.9	4.4±2.8
С	14	5	35.7	15.2±6.6	7.7±2.0
Д	12	7	58.3	15.6±6.1	10.4±2.2
Е	8	1	12.5	14.7±7.6	4.7±2.3
СК	7	1	14.3	14.2±8.6	3.0±1.4

Самый высокий коэффициент цветения в группе D – 58,3%, длина цветка по сравнению с другими группами питательных смесей также является максимальной, так же, как и количество цветков в данной группе.

Заключение. В ходе этого эксперимента было проанализировано влияние различных гидропонных питательных смесей на морфофизиологические показатели роста развития Спатифиллум Уоллиса. В итоге выяснилось, что Спатифиллум Уоллиса может вполне успешно выращиваться на гидропонике, а питательные смеси разных составов оказывают различное влияние на рост данного вида.

В ходе эксперимента был сделан вывод о том, что наиболее высокая выживаемость наблюдается у растений, выращенных на питательной смеси С (достигает 93,3%). Высокие показатели отмечаются также для вариантов А и D. В этих смесях содержится относительно высокая концентрация нитрата калия. Наибольшее количество вновь образующихся листьев также наблюдается в среде С, где содержится наибольшее количество сульфата магния. Наиболее высокий коэффициент цветения, длина цветка и среднее значение количества цветков отмечается в варианте D, в состав которого входят дигидрофосфаты калия, а, как известно, именно соединения фосфора необходимы для цветения и плодоношения.

Из материалов исследования следует, что наиболее оптимальной для гидропонной культуры Спатифиллума является питательная смесь варианта С. Тем не менее, исследования нуждаются в дальнейшем продолжении и развитии с целью оптимизации состава питательных смесей для гармоничного развития генеративных и вегетативных частей растения.

Список литературы

- Аль-Рукаби М.Н.М., Халил Н.Х., Леунов В.И., Терешонкова Т.А.* 2021. Гидропоника – перспективное решение для ряда сельскохозяйственных проблем Ирака // *Международный сельскохозяйственный журнал*. № 6 (384). С. 105-109.
- Берсенева С.А., Демиденко Е.Н., Темурзода А.Ф., Маслова А.О.* 2020. Гидропоника: практические исследования и перспективы развития // *Евразийское Научное Объединение*. № 12-8 (70). С. 599-601.
- Ванин В.А.* 2020. Гидропоника как современный метод выращивания растений // *Территория инноваций*. № 1 (41). С. 4-7.
- Картюк Т.В.* 2022. Гидропоника как ресурсосберегающая технология в растениеводстве // *Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы III Международной научной конференции*. Красноярск. С. 224-226.
- Farawn K.K., Leunov V.I., Tereshonkova T.A., Al-Rukabi M.N.M.* 2021. Aeroponics and fitipiramida and modern resource – saving modern technologies for the cultivation of vegetable crops // *Агробиотехнология – 2021: Сборник статей международной научной конференции*. Москва. С. 399-402.
- Han L., Wang B., Wang Z.Z.* 2016. The complete chloroplast genome sequence of *Spathiphyllum kochii* // *Mitochondrial DNA A DNA Mapp. Seq. Anal.* № 27(4). P. 2973-2974.
- Liu K., Dai C., Li C., Hu J., Wang Z., Li Y., Yu F., Li G.* 2023. Plant growth and heavy metal accumulation characteristics of *Spathiphyllum kochii* cultured in three soil extractions with and without silicate supplementation // *Phytoremediation*. № 25(4). P. 524-537.
- Liu X.F., Zhu G.F., Li D.M., Wang X.J.* 2019. Complete chloroplast genome sequence and phylogenetic analysis of *Spathiphyllum «Parrish»* // *PLoS One*. № 14(10). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31644545/>.
- Shufang F., Furong M., Bin L., Dawei J., Xiaoqin L., Xuezhi Z.* 2019. Tissue Culture and Rapid Propagation of *Spathiphyllum kochii* Engl. et Krause // *Agricultural Biotechnology*. № 8(02). P. 86-89.

ANALYSIS OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF WALLIS SPATHIPHYLLUM (*SPATHIPHYLLUM WALLISII* REGEL) UNDER THE HYDROPONIC GROWTH METHOD

Haifeng Wu^{1,2}, N. G. Rozlomyi^{1*}, Jiahui Tian², A.N. Belov¹

¹Primorsky State Agricultural Academy, Ussuriysk

²School of Life Engineering, Shenyang Institute of Technology, Fushun, (China)

A comparative analysis of the survival, growth and development of *Spathiphyllum wallisii* Regel in six variants of nutrient solutions was carried out. The peculiarities of growth and development of plants depending on the composition of hydroponic solutions are determined. The following indicators were used: the area and number of leaves depending on the age of the shoot, the phase of the appearance of new leaves and the number of dying ones. In the process of plant formation, resistance to pests and diseases, the development of the peduncle, and vitality were taken into account. The most optimal compositions of nutrient solutions that ensure high survival rate when transferring seedlings from soil to hydroponics have been identified. The survival of plants under the influence of various solutions was determined. The measurements and the number of leaves, the phases of the appearance of new leaves and the number of dying ones were made. During growth, changes in disease susceptibility, flower head length, growth status, etc. were observed. It was determined that solution C (potassium nitrate, ammonium sulfate, calcium sulfate, iron sulfate and magnesium sulfate) most favorably affects the growth and development of *S. wallisii* with the survival rate of seedlings 93.3%.

Keywords: *Spathiphyllum wallisii* Regel, hydroponic culture, nutrient solution, Morphological index.

Об авторах:

У Хайфэн – аспирант Института лесного и лесопаркового хозяйства, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, г. Уссурийск, ул. Блюхера, 44, Россия, e-mail: boss.shino@mail.ru.

РОЗЛОМИЙ Наталья Геннадьевна – кандидат биологических наук, доцент Института лесного и лесопаркового хозяйства, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Уссурийск, ул. Блюхера, 44.

ТЯНЬ Цзяхуэй – студент Шэньянского технологического университета, «Шэньянский технологический университет», 113122, Шэньян, Китай.

БЕЛОВ Александр Никитович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Институт землеустройства и агротехнологий ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Уссурийск, ул. Блюхера, 44.

Хайфэн У. Анализ роста и развития спатириллум уоллиса (*Spathiphyllum wallisii* Regel) при гидропонном методе выращивания / У Хайфэн, Н.Г. Розломий, Тянь Цзяхуэй, А.Н. Белов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 96-105.

Дата поступления рукописи в редакцию: 13.06.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 582. 28 (470.331)
DOI: 10.26456/vtbio322

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ГРИБОВ-МАКРОМИЦЕТОВ В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ МОНИТОРИНГ

С.А. Курочкин¹, А.Г. Медведев², О.Б. Бахтилова¹

¹Тверской государственный университет, Тверь

²Областная станция юных натуралистов Тверской области, Тверь

Описаны известные местообитания редких для Тверской области грибов-макромицетов; приводится список видов, рекомендованных для включения в 3-е издание Красной книги Тверской области с указанием их природоохранного статуса.

Ключевые слова: макромицеты, микобиота, редкие виды, Красная книга, Тверская область.

В настоящее время на территории Тверского региона выявлено около 900 видов грибов-макромицетов, многие из которых нуждаются в охране. Первое издание Красной книги Тверской области (2002) включало 18 редких и нуждающихся в охране видов грибов; второе издание (2016) – 22 вида. В последующие годы, благодаря продолжающимся исследованиям, сведения о разнообразии микобиоты и встречаемости редких видов на территории области значительно пополнились (Курочкин, 2018, 2020; Курочкин, Коробков, 2018; Коткова, Нотов, 2018, Чернядьева и др., 2018, 2021, 2020; Notov et al., 2019; Czernyadjeva et al., 2019; Шапринская, Шульган, 2021; Коткова и др., 2022, 2023а, б и др.). К включению в новое, третье издание региональной Красной книги, работа над которым осуществляется в 2021–2023 гг., рекомендовано 30 видов грибов.

Список охраняемых грибов был расширен за счет включения:

- нескольких луговых видов, обитающих на невозделываемых лугах и лесных опушках: *Entocybe nitida* (Quél.) T.J. Baroni, Largent et V. Hofst., *Entoloma chalybeum* (Pers.) Noordel., *Entoloma incanum* (Fr.) Hesler;

- ряда видов, обитающих в старовозрастных лесных сообществах: *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers., *Diplocarpha irregularis* (Schwein.) Baral et Pärtel, *Flaviporus citrinellus* (Niemelä et Ryvarde) Ginns, *Kneiffiella abdita* Riebesehl et Langer, *Pycnoporellus alboluteus* (Ellis et Everh.) Kotl. et Pouzar, *Resinoporia piceata* (K. Runnel,

Spirin et Vlasák) Audet., *Rigidoporus crocatus* (Pat.) Ryvar den, *Sarcodontia spumea* (Sowerby) Spirin;

- видов из Красной книги РФ, которые во втором издании были ошибочно исключенных из основного списка региональной Красной книги по техническим причинам: *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr., *Sarcosoma globosum* (Schmidel) Casp.

Следующие виды были исключены из перечня охраняемых по причине того, что местообитания этих видов приурочены к антропогенно нарушенным территориям: *Geastrum coronatum* Pers., *Geastrum melanocephalum* (Czern.) V.J. Staněk, *Mycenastrum corium* (Guers.) Desv., *Phaeolepiota aurea* (Bull.) R. Maire ex Konrad et Maubl., *Pseudohydnum gelatinosum* (Scop.) P. Karst. Включение таких видов в Красную книгу нецелесообразно (Методические рекомендации, 2006).

Еще один вид, *Onnia tomentosa* (Fr.) P. Karst, также был исключен из списка видов, нуждающихся в охране, поскольку благополучию вида в настоящий момент, на наш взгляд, ничего не угрожает.

В большинстве случаев грибам грозит опасность исчезновения не из-за сбора плодовых тел, а по причине нарушения их местообитаний, в первую очередь, уничтожения старовозрастных лесов в результате лесохозяйственной деятельности: рубки деревьев, образующих микоризу с грибами; уничтожения крупномерного валежа, необходимого для жизни многих ксилотрофных макромицетов; нарушения почвенного покрова; изменения гидрологического режима и микроклимата местообитаний в процессе лесозаготовок, лесных пожаров.

Следует иметь в виду, что список редких грибов, встречающихся на территории Тверской области, не ограничивается приведенными в Красной книге видами. Однако на сегодняшний день составители посчитали нецелесообразным придавать остальным видам грибов природоохранный статус, поскольку они, на наш взгляд, не в полной мере соответствуют принципам отбора объектов животного и растительного мира для занесения в Красную книгу субъекта РФ, определенным в Методических рекомендациях по ведению Красной книги субъекта РФ, разработанных Министерством природных ресурсов РФ (Методические рекомендации, 2006).

В настоящей статье систематизированы и обобщены сведения о ранее опубликованных и новых находках на территории Тверской области грибов-макромицетов, предлагаемых к включению в третье издание Красной книги Тверской области. Для новых находок приводятся даты сборов или наблюдений. Латинские названия грибов расположены в алфавитном порядке и приводятся согласно Index Fungorum (2023). Для некоторых видов приведены синонимы.

Antrodiella foliaceodentata (Nicol.) Gilb. et Ryvardeu – Антродиелла листовзубчатая. Статус 3. Редкий вид. В предыдущем издании Красной книги был отнесен к 1 категории.

Обитает в старовозрастных осинниках и смешанных лесах с умеренным увлажнением. гниль древесины. Развивается на крупномерных валежных стволах осины, березы.

В настоящее время в Тверской обл. выявлены три локальные популяции вида, в которых он представлен единичными экземплярами. Вид отмечался в Центрально-Лесном государственной природном биосферном заповеднике (ЦЛГПБЗ) в Нелидовском г.о. (Бондарцева, 1986; Viner et al., 2016). В 2018 г. обнаружен А.Г. Коробковым в Удомельском г.о. в окр. д. Попово (А.Г. Коробков, В.М. Коткова, личное сообщение).

Aspropaxillus giganteus (Sowerby) Kühner et Maire [= *Leucopaxillus giganteus* (Sowerby) Singer] – Говорушка гигантская. Статус. 1. Вид, находящийся под угрозой исчезновения.

Встречается в лиственных и смешанных лесах, на опушках, обочинах лесных дорог, на лугах.

В Тверской обл. выявлены две локальные популяции: в Осташковском г.о. и Калининском р-не (А.С. Сорокин, личное сообщение; Курочкин, 2009).

Clavariadelphus pistillaris (L.) Donk – Рогатик пестиковый. Семейство Клавариладельфовые – *Clavariadelphaceae*. Статус 3. Редкий вид.

Гумусовый сапротроф. Развивается на почве, в моховом покрове в увлажненных местообитаниях. Тяготеет к карбонатным почвам и почвам с богатым листовым опадом. Встречается в ельниках, лесах с участием широколиственных пород, прирубьевых типах леса.

В Тверской обл. известны 4 локальные популяции: в Калининском, Конаковском, Торжокском р-нах, Удомельском г.о. (Курочкин, 2007; А.Г. Коробков, личное сообщение). Наиболее известное местообитание – в Торжокском р-не в окр. д. Митино, где вид отмечается с 2004 г. Встречается единичными экземплярами, или небольшими группами, не каждый год. Популяции характеризуются незначительной численностью.

Craterellus cornucopioides (L.) Pers. – Вороночник рожковидный. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Вид обитает во влажных лесах разных типов. Предпочитает понижения и открытые светлые места: лесные поляны, опушки. Симбиотроф. Растёт скученными группами на глинистой и известковой почве среди мхов.

В Тверской области встречается в Конаковском р-не, Лесном м.о., Удомельском г.о. (А.Г. Коробков, личное сообщение; С.И. Комочков, личное сообщение; И.В. Смирнов, личное сообщение; А.В. Князькова, личное сообщение; С.А. Курочкин, личное сообщение; Матершев, 2013).

Встречается редко, но большими группами. Известно 6 локальных популяций. Наиболее многочисленная – в окр. д. Ивановское, северный берег оз. Волчино (Удомельский г.о.), где известно несколько больших полей с численностью плодовых тел более 100 шт. Отмечался 26.08.2021 (А.В. Князькова, личное сообщение).

Diplocarpa irregularis (Schwein.) Baral et Pärtel [= *Ionomidotis irregularis* (Schwein.) E.J. Durand] – Диплокарпа неправильная. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Сапротроф. Развивается на влажных гнилых валежных стволах и крупных ветвях лиственных древесных пород. Обитает преимущественно в старых малонарушенных хвойно-широколиственных с влажным микроклиматом.

В настоящее время в Тверской области выявлены две локальные популяции вида, обе – в границах ЦЛГПБЗ в Нелидовском г.о. (А.В. Александрова, личное сообщение; Иванов, 2021).

Entocybe nitida (Quél.) T.J. Baroni, Largent et V. Hofst. [= *Entoloma nitidum* Quél.] – Энтоцибе блестящая. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Гумусовый сапротроф. Развивается на почве. Обитает во влажных хвойных и смешанных лесах.

В настоящее время в Тверской области известны три локальные популяции вида: в Калининском р-не в окрестности пос. Савватьево (С.А. Курочкин, личное сообщение); в Старицком м.о. на берегу р. Волги в окрестности д. Крутицы (О.В. Морозова, А.В. Александрова, личные сообщения) и в Конаковском р-не к северу от г. Конаково (Матершев, 2018).

Entoloma chalybeum (Pers.) Noordel. – Энтолома стальная. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Гумусовый сапротроф. Развивается на почве. Обитает на невозделываемых лугах и лесных опушках, открытых местах в лиственных и смешанных лесах.

Известна одна локальная популяция в Зубцовском м.о. на правом берегу р. Дёржа в 2 км к юго-востоку от д. Мозгово, выявленная в 2015 г. (Морозова и др., 2016).

Entoloma incanum (Fr.) Hesler – Энтолома седая. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Гумусовый сапротроф. Развивается на почве. Обитает на лугах на карбонатных и минерализованных почвах.

В настоящее время в Тверской области выявлены две локальные популяции вида: в Старицком м.о. на берегу р. Волги в окрестности д. Крутицы (Морозова и др., 2016) и в Конаковском р-не к западу от д. Малиновка (Матершев, 2020).

Flaviporus citrinellus (Niemelä et Ryvardeen) Ginns – Флавипорус лимонно-желтоватый. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Сапротроф, вызывающий белую гниль древесины. Развивается на крупномерных валежных стволах, реже пнях ели, Обитает в старовозрастных еловых или смешанных лесах.

В Тверской области выявлен в Калининском р-не южнее д. Головачёво в границах ГК «Завидово» (Коткова, 2015) и в Нелидовском г.о. в окрестности пос. Заповедный в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2012а; Коткова и др., 2015).

Ganoderma lucidum (Curtis) P. Karst. – Ганодерма блестящая. Статус 3. Редкий вид. Занесен в Красную книгу Российской Федерации.

Встречается на мертвой древесине (пнях, крупномерном валеже, сухостое) лиственных, реже хвойных пород. В Тверской области отмечался на пнях, остолопах и валежных стволах березы и осины. Обитает в старовозрастных лесах разных типов с минимальным уровнем антропогенного воздействия.

В Тверской области встречается в Вышневолоцком г.о., Конаковском р-не, Нелидовском г.о., Спиловском м.о. Впервые на территории области выявлен В.М. Котковой 2011 г. в границах ЦЛГПБЗ. В заповеднике гриб отмечен в 3 точках кварталов 96 и 97 (Коткова, 2012а; 2014б; Желтухин, Шуйская, 2017; Иванов, 2015), где наблюдается регулярно. Местообитание вида известно также в охранной зоне заповедника на окраине болота Старосельский мох (А.В. Александрова, личное сообщение; В.И. Гмошинский, личное сообщение). В 2017 г. трутовик был обнаружен в Спиловском м.о. библиотекарем с. Козлово А.Г. Федотовой в Тарасовском бору, лесном массиве на правом берегу р. Тифина. Собранное плодовое тело хранится в сельском музее с. Козлово (А.Г. Федотова, личное сообщение; А.Г. Медведев, личное сообщение). В 2021 г. новая находка сделана специалистом лесного хозяйства Н.Ю. Насыпайко в Вышневолоцком г.о., Есеновическом лесничестве, кв. 86, имеется

фотоподтверждение (Н.Ю. Насыпайко, личное сообщение). В Конаковском районе вид найден в окр. д. Шоша (Nadejursh, 2020).

Geastrum fimbriatum Fr. – Звездовик бахромчатый. Статус 3. Редкий вид.

Сапротроф. Встречается небольшими группами в сосновых и сосново-лиственных лесах на подстилке и на гумусе, в парках и скверах.

В Тверской области отмечен в Калининском р-не, Пеновском м.о., Фировском р-не. В Калининском р-не известен из окр. пос. Эммаус, а также в зеленой зоне КСМ-2 г. Твери (Курочкин, 2020; Кудрявцева, Курочкин, 2021; Курочкин, Медведев, 2015; Курочкин, Ребриев, 2005). В Фировском р-не отмечался 24.06.2019 в окр. с. Рождество, к западу от Баталинского санатория, за мостом через р. Граничная (Н.В. Батулина, личное сообщение). В Пеновском м.о. наблюдался А.В. Петровым в пос. Рунский и его окрестностях 30.07.2016 и 26.07.2021 (Петров, 2021).

Geastrum quadrifidum Pers. – Звездовик четырехлопастной. Статус 3. Редкий вид.

Сапротроф. Встречается редко, небольшими группами в сосновых и сосново-лиственных лесах среди опавшей хвои.

В настоящее время на территории области выявлено 11 локальных популяций. Отмечался в Андреапольском м.о. (Хомутовский М.И., личное сообщение); Вышневолоцком г.о., Калининском р-не, Кимрском м.о. и в окр. г. Твери (Курочкин, Ребриев, 2005; А.А. Белак личное сообщение); в Конаковском р-не (Матершев, 2006); Оленинском м.о. (В.З. Юсуfoва, личное сообщение); Селижаровском м.о. (С.А. Курочкин, личное сообщение).

Geastrum pectinatum Pers. – Звездовик гребневидный. Статус 3. Редкий вид.

Сапротроф. Встречается довольно редко небольшими группами в сосновых и сосново-еловых лесах среди опавшей хвои.

В Тверской области встречается в Андреапольском м.о., в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2014б); Калининском р-не, Конаковском р-не, Лихославльском м.о., Ржевском м.о. (Курочкин, 1993; Курочкин, Ребриев, 2005; Курочкин, Коробков, 2018; Курочкин, 2020).

Встречается редко, небольшими группами. В настоящее время на территории области выявлено 8 локальных популяций.

Gyroporus cyanescens (Bull.) Quéf. – Гиропорус синеющий, или Синяк. Статус 3. Редкий вид.

Симбиотроф. Обитает в лесах различного типа, отдавая предпочтение сообществам с участием широколиственных пород. Встречается на опушках, просеках, вдоль лесных дорог, как правило, группами.

В Тверской области отмечался в Калининском р-не в окр. д. Путилово, с. Пушкино, д. Иванцево (Курочкин, 2007; А.В. Зиновьев, личное сообщение); в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (А.В. Александрова, личное сообщение); в Старицком м.о. (А.В. Александрова, личное сообщение); в Торопецком р-не в окр. д. Пчелино (Курочкин, 1993), д. Бубоницы (Е.А. Куракина, личное сообщение), д. Косилово (О.Б. Рогова, личное сообщение). В границах ЦЛГПБЗ в последние годы наблюдалось массовое плодоношение вида (В.И. Гмошинский, личное сообщение).

Gyroporus castaneus (Bull.) Quéf. – Каштановый гриб, или Каштановик. Статус. 3. Редкий вид.

Симбиотроф. Образует микоризу с широколиственными породами деревьев. Встречается в хвойных и лиственных лесах с примесью широколиственных пород, на опушках, вдоль дорог. Предпочитает песчаные почвы.

В Тверской области известно 6 местообитаний: в Андреапольском м.о., Западнодвинском м.о., Калининском р-не (С.А. Курочкин, личное сообщение); Вышневолоцком г.о. в окр. д. Ильинское (С.Б. Логинов, личное сообщение; Курочкин, 2018); Кимрском м.о. в окр. д. Красный Выселок (Курочкин, 2015); Торопецком р-не в окр. д. Пчелино (Курочкин, 1993).

Hericium coralloides (Scop.) Pers. – Ежовик коралловидный. Статус 5. Восстанавливающийся вид. В предыдущем издании Красной книги Тверской области имел 3 статус.

Сапротроф. Растет на пнях и валеже лиственных пород, преимущественно березы. Иногда отмечается в дуплах живых деревьев как факультативный паразит. Встречается в смешанных лесах. Отдает предпочтение местообитаниям, характеризующимся обилием крупномерного валежа.

В Тверской обл. известно более 30 локальных популяций вида. Встречается в Андреапольском м.о. (Курочкин, Медведев, 1998); в Вышневолоцком г.о., Западнодвинском м.о., Кувшиновском р-не, Лихославльском м.о., Ржевском м.о., Старицком м.о. (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Бологовском р-не, где отмечался в 1901 г. в окр. ст. Березайка В.А.Траншелем (Микобиота, 2012); в 2014 г. – в окр. д. Мшенцы, севернее оз. Олешно (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Зубцовском м.о. между деревнями Шишкино и Колчеватики, между деревнями Почурино и Сновидово на правом высоком берегу р. Дёржа (Толпышева, 2013); в Калининском р-не в окр. д. Каблуково, Тешелово, Черногубово (Курочкин, Коткова, 2011); в окр. д. Головачево в границах ГК «Завидово» (Коткова и др., 2015); в окр. ст. Чуприяновка (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Конаковском р-не в окр. пос. Туркмен (Матершев, 2006), в окр. д. Спиридово 12.09.2020

(Колесник, 2020); в Лесном м.о. в окр. с. Борисовское (С.И. Комочков, личное сообщение; Курочкин, 2009); в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Курочкин, Коткова, 2011; Коткова, 2014б); в Оленинском м.о. (Курочкин, Медведев, 1998); отмечался 01.09.2021 1,4 км на СВ от дер. Полтино (Violettavz, 2021); в Осташковском г.о. в границах ООПТ «Исток реки Волги» (С.А. Курочкин, личное сообщение); отмечался 27.09.2021 у оз. Корегощ (Lanaorel, 2021); в Селижаровском м.о. в окр. д. Красный Озерок (Ю.Д. Гурова, личное сообщение; Курочкин, 2020); в Торопецком р-не на берегу реки Лунки в ок-тях д. Косилово (В.С. Пажетнов, личное сообщение); в Удомельском г.о. в кв. 32 Еремковского лесничества (Коробков и др., 2012).

В настоящее время численность вида не вызывает опасения. Находки вида в последние несколько лет стали нередки и повсеместны, поэтому вид переведен в категорию 5.

Kneiffiella abdita Riebesehl et Langer [= *Chaetoporellus latitans* (Bourdot et Galzin) Bondartsev et Singer] – Кнейффиелла скрывающаяся. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Сапротроф. В Тверской области отмечен на валеже осины и берёзы, но может развиваться на древесине других лиственных и хвойных пород. Обитает в старовозрастных умеренно влажных смешанных лесах.

В Тверской области выявлены две локальные популяции: в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2012б) и в Пеновском м.о. в окр. пос. Рунский (Коткова, Стороженко, 2012). В двух выявленных локальных популяциях представлен единичными экземплярами.

Lactarius lignyotus Fr. – Млечник бурый. Статус 5. Восстанавливающийся вид. В предыдущем издании Красной книги Тверской области имел 3 статус.

Симбиотроф. Образует микоризу с елью. Встречается в еловых и смешанных с елью лесах, отдавая предпочтение старовозрастным сообществам.

В Тверской области известны 14 локальных популяций вида, где вид встречается регулярно небольшими группами на протяжении нескольких лет.

Отмечен в Калининском р-не в окр. д. Литвинцево (Курочкин, 1993); в окр. ст. Чуприяновка 12.09.2022 А.Г. Медведев, личное сообщение); в Конаковском р-не в окр. ж/д станции Черничная (Матершев, 2013); в окр. пгт Новозавидовский (Матершев, 2017); в Кувшиновском р-не к востоку от д. Еваново (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Мухина, 2011); в Старицком м.о. в окр. деревни Крутицы (А.В. Александрова, личное

сообщение); в окр. д. Климово в Братковском участковом лесничестве, кв. 76; в окр. д. Щапово в границах памятника природы «Овраг Щаповский» (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Торжокском р-не в границах заказника «Лес у д. Новое Вишенье» (А.Г. Медведев, личное сообщение).

В настоящее время численность вида не вызывает опасения, поэтому вид переведен в категорию 5.

Mutinus caninus (Huds.) Fr. – Мутинус собачий. Статус 3. Редкий вид. В предыдущем издании Красной книги Тверской области имел 4 статус.

Произрастает в широколиственных и смешанных лесах, приурочен к увлажненным местам. Предпочитает влажные, богатые гумусом почвы или сильно разложившуюся древесину, осветленные участки. Относится к видам с метеорным плодоношением и долгими периодами покоя мицелия.

Mutinus caninus имеет сходный габитус с *Mutinus ravenelii*, который отличается рецептакулом («ножкой») красного (под глебой – ярко малинового) цвета. *Mutinus ravenelii* – чужеродный вид из Северной Америки, активно захватывающий новые территории. В Тверской области мутинус Равенеля неоднократно выявлялся в населенных пунктах, на приусадебных участках, в парках и скверах, вдоль дорог.

В 2022 году был сделан критический анализ информации об известных местообитаниях *Mutinus caninus* в Тверском регионе, часть которой не подтвердилась.

В Тверской области *Mutinus caninus* впервые зафиксирован в Старицком м.о. в окр. д. Тарасово (сборы Н.М. Терентьевой, 2.08.1986). 12.08.1987 вид отмечался севернее г. Старица в вязовой роще на склоне левого берега р. Волга (С.А. Курочкин, личное сообщение). Позднее вид отмечался в границах Вышневолоцком г.о. (С.А. Курочкин, личное сообщение). Наиболее поздняя находка сделана в Калининском р-не в окр. д. Цветково (сборы А.С. Кутузовой, 2017 г.; Курочкин, 2020). Указания на местообитания вида в г. Твери, Конаковском г.о. и Ржевском м.о. (Красная книга, 2016) следует считать ошибочными, связанными с находками *Mutinus ravenelii*.

Neoboletus erythropus (Pers.) C. Hahn [= *Boletus erythropus* Pers.] – Дубовик крапчатый. Статус 3. Редкий вид.

Симбиотроф. Образует микоризу с дубом и елью. Растет в смешанных и широколиственных лесах.

В Тверской области известны 4 локальные популяции. Отмечался в Вышневолоцком г.о., Западновинском м.о., Максатихинском м.о. и Удомельском г.о. (С.А. Курочкин, личное

сообщение). Впервые выявлен в 1984 г. в окр. д. Ильинское Вышневолоцкого г.о. (Курочкин, 1993).

Phallus impudicus L. – Веселка обыкновенная. Статус 1. Вид, находящийся под угрозой исчезновения. В предыдущем издании Красной книги Тверской области имел 3 статус.

Гумусовый сапротроф, но может быть микоризообразователем. Развивается на почве, возле сгнивших древесных остатков. Обитает в лиственных лесах с участием широколиственных пород, облесенных лесных оврагах. Относится к видам с метеорным плодоношением.

В Тверской области впервые зафиксирован в августе 1987 г. в Старицком м.о. в окр. с. Емельяново, а также в окр. г. Старица (Курочкин, 1993; Курочкин, Ребриев, 2005). Позднее отмечался в Старицком м.о. по берегу Волги в границах Старицких ворот в облесенных глубоких оврагах (Е.В. Шиков, личное сообщение); в Калининском р-не (Курочкин, Ребриев, 2005).

30.07.2021 обнаружен в Торопецком р-не в окр. д. Чистое (1,4 км к востоку от деревни, 350 м к северу от оз. Самин (Леднев, 2021).

Phleogena faginea (Fr.) Link – Флеогена буковая. Статус. 3. Редкий вид.

Сапротроф на древесине. Развивается на сухостое и остолопах многих лиственных пород в различных типах леса.

В Тверской области отмечался в Калининском р-не в окр. д. Нов. Константиновка, а также в Кувшиновском р-не (Курочкин, 2009);

29.01.2021 вид обнаружен в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Иванов, 2021); 11.09.2021 – в Конаковском р-не в окр. с. Селихово (Матершев, 2021).

Picipes badius (Pers.) Zmitr. et Kovalenko [= *Polyporus badius* (Pers.) Schwein.] – Трутовик каштановый. Статус 5. Восстанавливающийся вид. В предыдущем издании Красной книги Тверской области имел 3 статус.

Встречается в перестойных лесах с примесью широколиственных пород, старых осинниках. Развивается на крупномерном валеже лиственных пород, у основания сухостойных стволов, на пнях, погруженной в почву древесине. В Тверской области отмечался на осине, липе, вязе, черной ольхе, березе.

В Тверской области известно около 20 локальных популяций: в Андреапольском м.о. в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2014а); в Калининском р-не в окр. д. Щербинино, в старом парке на склоне горы (А.Г. Медведев, личное сообщение); в окр. д. Головачево и с. Тургиново в границах ГК «Завидово» (Коткова и др., 2015); в парке Сахарово (Курочкин, 2015); в Конаковском р-не в старом парке у дер. Зеленцыно в границах ГК «Завидово» (Коткова и др., 2015); в Кувшиновском р-не в окр. д. Антоново, в старом парке на месте ус.

Малое Волосово (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2014б); в Старицком м.о. в окр. д. Щапово на правом коренном берегу р. Волги; в Торжокском р-не в границах заказника «Лес у д. Новое Вишенье»; в Торопецком р-не; в Удомельском г.о. в окр. д. Кузнечики; в окр. д. Дягилево (А.Г. Медведев, личное сообщение).

В 2021 г. обнаружено местообитание вида в Калязинском м.о. в окр. дер. Ново-Окатово, усадьба Фонвизино (В.М. Коткова, личное сообщение). 17.08.2021 трутовик отмечался в Селижаровском м.о. западнее д. Бол. Кашино (Иванов, 2021); 18.09.2021 – в Конаковском р-не в окр. ст. Черничная (Azamat, 2021); 02.11.2021 – в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Иванов, 2021); 11.09.2021 и 12.06.2022 – в Конаковском р-не в окр. Мошковского залива (Матершев, 2021; Матершев, 2022).

В границах ЦЛГПБЗ *Picipes badius* нередок (Коткова, 2014а; Коткова, 2014б). На остальной территории Тверской области находки носят эпизодический характер. В настоящее время численность вида в регионе не вызывает опасения.

Polyporus umbellatus (Pers.) Fr. – Трутовик зонтичный. Статус. 3. Редкий вид. Занесен в Красную книгу Российской Федерации.

Сапротроф. Развивается на погруженной в почву древесине, у основания пней и стволов лиственных пород. Тяготеет к хвойно-широколиственным лесам.

В Тверской области известны 4 локальные популяции. В августе 2011 вид отмечался А.В. Тюсовым в Пеновском м.о. северо-западнее д. Щеверово в границах заказника «Исток р. Западная Двина – Даугава» (А.В. Тюсов, личное сообщение). В Удомельском г.о. вид обнаружен 02.08.2012 И.В. Смирновым севернее оз. Наволок в Куровском участковом лесничестве, кв. 164 (И.В. Смирнов, личное сообщение); и А.Г. Коробковым 13.07.2016 в Совхозном участковом лесничестве (СПК «Прогресс»), кв. 34 (А.Г. Коробков, личное сообщение; Курочкин, Коробков, 2018). 04.08.2021 выявлен Е.В. Пластининой в Торжокском р-не в окр. д. Александрово (А.А. Нотов, личное сообщение).

Pycnoporellus alboluteus (Ellis et Everh.) Kotl. et Pouzar. – Пикнопореллус бело-желтый. Статус. 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые. В 2023 г. включен в Перечень объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу РФ.

Сапротроф. В Тверской области выявлен в Нелидовском г.о. в окрестности пос. Заповедный (Коткова, 2012а; 2014б) и в Калининском р-не в окр. ж/д ст. Чуприяновка (А.Г. Медведев, личное сообщение).

Pycnoporellus fulgens (Fr.) Donk – Пикнопореллус сверкающий. Статус 5. Восстанавливающийся вид. В предыдущем издании Красной книги Тверской области имел 3 статус.

Сапротроф. Развивается на крупномерном валеже и сухостое хвойных (преимущественно – ели), реже – лиственных пород. Приурочен к старовозрастным ельникам, отдавая предпочтение лесам с естественной динамикой.

В Тверской области встречается в Андреапольском м.о. в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2014б); в Бологовском р-не в пойме р. Званка (Коткова, 2011); в Вышневолоцком г.о. в окр. с. Есеновичи (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Калининском р-не в границах ГК «Завидово»: южнее д. Головачево; южнее с. Тургиново; вдоль р. Инюха (Коткова и др., 2015); в Кесовогорском м.о. в окр. д. Фенево (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Кувшиновском р-не в окр. д. Антоново, в старом парке на месте усадьбы Малое Волосово (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2014б); в Пеновском м.о. (В.М. Коткова, личное сообщение); в Старицком м.о. в окр. д. Климово; окр. д. Щапово (А.Г. Медведев, личное сообщение); в Торопецком р-не в окр. д. Царево (Dschigel, 2019); в Удомельском г.о. в окр. д. Кузнечики (А.Г. Медведев, личное сообщение).

3.07.2020 и 17.08.2022 вид отмечался в Конаковском р-не в окр. д. Малиновка (Матершев, 2020; Матершев, 2022); 16.09.2021 – в Калязинском р-не между дд. Ново-Окатово и Алексино на правом берегу р. Волги (А.А. Рыбакова, личное сообщение); 16.09.2022 – в Удомельском г.о. в окр. оз. Волчино (Мостовая, 2022).

В границах ЦЛГПБЗ вид достаточно обычен. На остальной территории Тверской области находки носят эпизодический характер. В настоящий момент в регионе известно более 20 локальных популяций, вид отмечается достаточно регулярно, и его численность не вызывает опасения.

Resinoporia piceata (K. Runnel, Spirin et Vlasák) Audet. [= *Antrodia piceata* Runnel, Spirin et Vlasák] – Ресинопория смолистая. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Сапротроф. Встречается на крупномерном валеже ели. Обитает в старовозрастных хвойных лесах.

В Тверской области выявлен в Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2012б), а также в Пеновском м.о. в окрестности пос. Рунский (Коткова, Стороженко, 2012).

Rigidoporus crocatus (Pat.) Ryvarden – Ригидопорус шафранно-желтый. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Сапротроф. Развивается на валежных стволах ольхи чёрной, ели, осины и берёзы. Обитает во влажных старовозрастных еловых, елово-чёрноольховых и смешанных лесах.

В Тверской области выявлен в Андреапольском м.о. и Нелидовском г.о. в границах ЦЛГПБЗ (Коткова, 2014а), а также в Калининском и Конаковском р-нах в границах ГК «Завидово» (Коткова, 2015).

Sarcodontia spumea (Sowerby) Spirin [= *Spongipellis spumea* (Sowerby) Pat.] – Саркодонтция пенообразная. Статус 3. Редкий вид. Рекомендован к включению в Красную книгу Тверской области впервые.

Сапротроф. Развивается на живых, усыхающих и сухостойных стволах вяза, может встречаться также на клёне, ясене и дубе. Обитает в старовозрастных лесах с присутствием широколиственных пород, а также в старых парках.

В Тверской области выявлен в Конаковском р-не в границах ГК «Завидово»: в окрестности д. Бережки и в старинном парке у д. Зеленцыно (Коткова, 2015).

Sarcosoma globosum (Schmidel) Caspary – Саркосома шаровидная. Статус 2. Вид, сокращающийся в численности. Занесен в Красную книгу Российской Федерации.

Сапротроф. Растет в еловых и смешанных лесах с участием ели; реже в старовозрастных сосняках, сформировавшихся на месте еловых насаждений. Специализированный вид старовозрастных хвойных лесов.

В Тверской области ранее вид отмечался в Калининском р-не в окр. д. Старая Константиновка (Курочкин, 2007); в Конаковском р-не в окр. СНТ «Полесье» (Матершев, 2007); в границах ГК «Завидово» (Нотов, Нотов, 2019); у д. Новошино (Матершев, 2010); в окр. СНТ «Олимпийское» (Матершев, 2014); в Удомельском г.о. (А.Г. Коробков, личное сообщение).

10.03.2020 вид плодовые тела саркосомы обнаружены в Вышневолоцком г.о. П.О. Тимофеевым в квартале 165 Дятловского (Белавинского) участкового лесничества (П.О. Тимофеев, личное сообщение); 07.05.2020 – в Кашинском г.о. К.А. Шульган в окр. д. Слободка (Шапринская, Шульган, 2021); 17.04.2021 и 25.04.2022 – в Калининском р-не О.В. Шапринской в окр. д. Красново (Шапринская, Шульган, 2021; О.В. Шапринская, личное сообщение); в апреле 2021 – в Оленинском м.о. Н. Французовой в окр. д. Шарки; в апреле 2022 – в Кимрском м.о. А.А. Рыбаковой в окр. д. Нутрово; в мае 2022 – в Калининском р-не О.Б. Бахтиловой в окр. д. Красново.

Таким образом, с учетом результатов проведенных исследований, мониторинговых наблюдений, а также, работы с гербарными образцами было отмечены новые местообитания грибов, занесенных в Красную книгу Тверской области. Особую благодарность хотелось бы выразить тем респондентам, которые предоставили материалы по данной тематике.

Список литературы

- Бахтилова О.Б.* 2022. Наблюдение *Sarcosoma globosum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/129203316> (дата обращения 19.11.2022).
- Бондарцева М.А.* 1986. Дереворазрушающие грибы Центрально-лесного заповедника // Новости систематики низших. Т.23. Л.: Наука. С. 103-110.
- Желтухин А.С., Шуйская Е.А.* 2017. Виды Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника, включаемые в Красную книгу Российской Федерации // Заповедная наука. 2017. № 2. С. 43–60.
- Иванов Д.Г.* 2015. Наблюдение *Ganoderma lucidum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/29839772> (дата обращения 19.10.2022).
- Иванов Д.Г.* 2021а. Наблюдение *Diplocarpa irregularis*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/95128710> (дата обращения 19.11.2022).
- Иванов Д.Г.* 2021б. Наблюдение *Phleogena faginea*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/68884140> (дата обращения 19.10.2022).
- Иванов Д.Г.* 2021в. Наблюдение *Picipes badius*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/100085448> (дата обращения 19.10.2022).
- Колесник М.* 2020. Наблюдение *Hericium coralloides*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/59323691> (дата обращения 19.10.2022).
- Коробков А.Г., Медведев А.Г., Курочкин С.А.* 2012. Редкие виды грибов Удомельского района Тверской области / Современная микология в России. Материалы 3-го Съезда микологов России. М.: Национальная академия микологии, Т.3. С.114.
- Коткова В.М.* 2012а. Изучение афиллофоровых грибов в лесах Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника //Динамика многолетних процессов в экосистемах Центрально-Лесного заповедника. Труды Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. Великие Луки: Великолужская городская типография. Вып.6. С.307-318.
- Коткова В.М.* 2012б. Новые данные об афиллофоровых грибах Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника

- (Тверская область) // Микология и фитопатология. Т. 46, вып. 6. С. 361–364.
- Коткова В.М.* 2014а. Дополнения к биоте афиллофоровых грибов (Basidiomycota) Центрально-Лесного заповедника (Тверская область). II // Вестн. ТвГУ. Серия Биология и экология. № 2. С. 145–156.
- Коткова В.М.* 2014б. Грибы Центрально-Лесного заповедника. М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия, 94 с.
- Коткова В.М.* 2015. Новые данные об афиллофоровых грибах (Basidiomycota) Национального парка «Завидово» (Московская и Тверская области) // Вестн. ТвГУ. Серия Биология и экология. № 2. С. 78-89.
- Коткова В.М., Афонина О.М., Андросова В.И.* и др. 2023а. Новые находки водорослей, грибов, лишайников и мохообразных. 12 // Новости систематики низших растений. Т. 57-2. С. R1–R58.
- Коткова В.М., Белякова Р.Н., Горин К.К.* и др. 2022. Новые находки водорослей, грибов, лишайников и мохообразных. 9 // Новости систематики низших растений. Т. 56-1. С. 203-220.
- Коткова В.М., Ниємеля Т., Винер И.А., Щигель Д.С., Кураков А.В.* 2015. Трутовые грибы: материалы международного курса по экологии и таксономии дереворазрушающих базидиомицетов в Центрально-Лесном заповеднике. Хельсинки: Helsinki University Printing House. 95 с.
- Коткова В.М., Нотов А.А.* 2018. Новые данные об афиллофоровых грибах (Basidiomycota) национального парка «Завидово» (Московская и Тверская области). III // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3. С. 65–70.
- Коткова В.М., Стороженко В.Г.* 2012. Новые и малоизвестные для Тверской области виды афиллофоровых грибов // Вестн. Твер. гос. ун-та. Серия Биология и экология. Вып. 26, № 16. С. 125–134.
- Коткова В.М., Чернядьева И.В., Давыдов Е.А.* и др. 2023б. Новые находки водорослей, грибов, лишайников и мохообразных. 11 // Новости систематики низших растений. Т. 57-1. С. 155-204.
- Красная книга Тверской области.* 2002. Тверь: Вече Твери: АНТЭК, 2002. 254 с.
- Красная книга Тверской области.* 2016. Изд. 2-е, перераб. и доп. Тверь: Тверской Печатный Двор. 400 с.
- Кудрявцева А.Р., Курочкин С.А.* 2021. Грибы-макромицеты города Твери // Сборник статей Международной научно-практической конференции: Научные революции: сущность и роль в развитии науки и техники. Уфа, 10 августа 2021 г. С. 8-23.
- Курочкин С.А.* 1993. Макромицеты Тверской области (Агарикоидные и гастероидные базидиомицеты): дис.... канд. биол. наук.СПб. 416 с.
- Курочкин С.А.* 2007. О некоторых новых микологических находках в Тверской области // Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. Вып. 6, № 22 (50). С. 160-162.

- Курочкин С.А. 2009. О находках новых и редких для Тверской области грибов макромицетов // Вестн. ТвГУ. Серия Биология и экология. Вып.11, № 2. С. 129–132.
- Курочкин С.А. 2015. Новые виды макромицетов и новые местообитания редких видов грибов Тверской области // Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. №1 С.180-182.
- Курочкин С.А. 2018. Новые виды и местообитания редких и краснокнижных грибов-макромицетов в Тверской области // Вестник Тверского государственного университета. Серия Биология и экология. № 2. С. 223-229.
- Курочкин С.А. 2020. Новые виды и местообитания редких и красно книжных грибов-макромицетов в Тверской области 2019 года /С.А. Курочкин // Вестник Тверского государственного университета. Серия Биология и экология. № 2 (58). С. 105-110.
- Курочкин С.А., Коробков А.Г. 2018. Новые виды и местообитания редких и краснокнижных грибов-макромицетов в Тверской области // Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. 2018. № 2. С. 223-229.
- Курочкин С.А., Коткова В.М. 2011. Ежовиковые грибы Тверской области // Вестник ТвГУ, Серия Биология и экология. Выпуск 22. № 12. С. 142-148.
- Курочкин С.А., Медведев А.Г. 1998. Материалы к флоре Тверской области. Ч. 3. Грибы. Тверь: изд-во ТвГУ, 1998. 30 с.
- Курочкин С.А., Медведев А.Г. 2015. Грибы зеленых насаждений города Твери. Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. № 2. С. 90-103.
- Курочкин С.А., Ребриев Ю.А. 2005. Гастероидные базидиомицеты Тверской области // Микология и фитопатология. Т. 39. Вып. 3. С. 55–60.
- Леднев С. 2021. Наблюдение *Phallus impudicus*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/96770094> (дата обращения 19.11.2022).
- Матершев И.В. 2006а. Наблюдение *Geastrum quadrifidum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/69224681> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В. 2006б. Наблюдение *Hericium coralloides*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/39257193> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В. 2007. Наблюдение *Sarcosoma globosum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/18357989> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В. 2010. Наблюдение *Sarcosoma globosum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/18358097> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В. 2013а. Наблюдение *Craterellus cornucopioides*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/18358238> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В. 2013б. Наблюдение *Lactarius lignyotus*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/19956260> (дата обращения 20.10.2022).

- Матершев И.В.* 2014. Наблюдение *Sarcosoma globosum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/18358238> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В.* 2017. Наблюдение *Lactarius lignyotus*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/19116536> (дата обращения 20.10.2022).
- Матершев И.В.* 2018. Наблюдение *Entoloma nitidum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/18850906> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В.* 2020а. Наблюдение *Entoloma incanum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/60737591> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В.* 2020б. Наблюдение *Pycnoporellus fulgens*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/51839075> (дата обращения 20.10.2022).
- Матершев И.В.* 2021а. Наблюдение *Phleogena faginea*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/95702399> (дата обращения 20.10.2022).
- Матершев И.В.* 2021б. Наблюдение *Picipes badius*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/95739770> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В.* 2022а. Наблюдение *Picipes badius*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/121497613> (дата обращения 19.10.2022).
- Матершев И.В.* 2022б. Наблюдение *Pycnoporellus fulgens*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/131246799> (дата обращения 20.10.2022).
- Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации. 2006. М.: Министерство природных ресурсов РФ, 20 с.
- Микобиота Белорусско-Валдайского Поозерья. М.: СПб, Товарищество научных изданий КМК, 2012. 368 с.
- Морозова О.В., Александрова А.В., Попов Е.С., Малышева Е.Ф.* 2016. Новые данные об агарикоидных базидиомицетах Тверской области // Новости систематики низших растений. Т. 50. С. 174-186.
- Мостовая А.* 2022. Наблюдение *Pycnoporellus fulgens*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/134845359> (дата обращения 19.10.2022).
- Мухина Ю.Г.* 2011. Материалы к биоте агарикоидных базидиомицетов Центрально-Лесного заповедника // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. № 25. С. 295–300.
- Нотов А.А., Нотов В.А.* 2019. О находках в национальном парке видов грибов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации // Национальный парк «Государственный комплекс «Завидово» – 90 лет: природа, наука, история. М.: ИД Меркурий. С. 205-214.

- Петров А.В.* 2021. О новых находках звездовика бахромчатого (*Geastrum fimbriatum* Fr.) на территории Тверской области // Зеленый журнал – бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. Выпуск 9. Тверь: С.18-19.
- Рыбакова А.А.* 2022. Наблюдение *Sarcosoma globosum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/119989453> (дата обращения 19.10.2022).
- Толышева Т.Ю.* 2013. Новые местонахождения видов грибов, занесенных в Красную книгу Тверской области // Вестник Московского университета. Сер. 16. Биология. № 2. С. 20-21.
- Французова Н.* 2021. Наблюдение *Sarcosoma globosum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/73982943> (дата обращения 19.10.2022).
- Чернядьева И.В., Афонина О.М., Давыдов Е.А.* и др. 2020. Новые находки водорослей, грибов, лишайников и мохообразных. 5 // Новости систематики низших растений. Т. 54-1. С. 261-286.
- Чернядьева И.В., Давыдов Е.А., Ефимова А.А.* и др. 2021. Новые находки водорослей, грибов, лишайников и мохообразных. 7 // Новости систематики низших растений. Т. 55-1. С. 249-277.
- Чернядьева И.В., Коткова В.М., Землянская И.В.* и др. 2018. Новые находки водорослей, грибов, лишайников и мохообразных. 2 // Новости систематики низших растений. 2018. Т. 52-1. С. 209-223.
- Шапринская О.В., Шульган К.А.* 2021. О новых находках саркосомы шаровидной (*Sarcosoma globosum* (Schmidel) Casp.) в Тверской области // Зеленый журнал – бюллетень ботанического сада ТвГУ. Вып. 9. Тверь: . С.19-21.
- Azamat* 2021. Наблюдение *Picipes badius*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/95244299> (дата обращения 19.10.2022).
- Dschigel* 2019. Наблюдение *Pycnoporellus fulgens*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/30162396> (дата обращения 19.10.2022).
- Czernyadjeva I.V., Aphonina O.M., Ageev D.V.* et al. 2019. New cryptogamic records. 4 // Novosti Sistematiki Nizshikh Rastenii. Т. 53-2. С. 431-479.
- Index Fungorum (2023). URL: <https://www.indexfungorum.org>.
- Lana_orel* 2021. Наблюдение *Hericium coralloides*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/100586937> (дата обращения 19.10.2022).
- Nadejursh* 2020. Наблюдение *Ganoderma lucidum*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/57837450> (дата обращения 19.10.2022).
- Notov A.A., Himelbrant D.E., Stepanchikova I.S.* 2019. New records of lichens and lichenicolous fungi from the Tver Region // Novosti Sistematiki Nizshikh Rastenii. Т. 53-1. С. 157-166.
- Violettavz* 2021. Наблюдение *Hericium coralloides*. URL: <https://www.inaturalist.org/people/violettavz> (дата обращения 19.10.2022).

PRELIMINARY RESULTS OF THE STUDY OF RARE SPECIES OF MACROMYCETES IN THE TVER REGION AND THEIR MONITORING

S.A. Kurochkin¹, A.G. Medvedev², O.B. Bakhtilova¹

¹Tver State University, Tver

²Regional Station of Young Naturalists of the Tver region, Tver

The known habitats of macromycete fungi rare for the Tver Region are described; a list of species recommended for inclusion in the third edition of the Red Data Book of the Tver Region is given, indicating their conservation statuses.

Keywords: *macromycetes, mycobiota, rare species, Red Book, Tver region.*

Об авторах:

КУРОЧКИН Сергей Алексеевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: ageresksa@mail.ru.

МЕДВЕДЕВ Александр Геннадьевич – кандидат биологических наук, доцент, директор ГБУ ДО «Областная санция юных натуралистов Тверской области», 170034, Тверь, ул. Дарвина, д. 6, e-mail: statynat@mail.ru.

БАХТИЛОВА Ольга Борисовна – научный сотрудник НОЦ «Ботанический сад», ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Bachtilova.OB@tversu.ru.

Курочкин С.А. Предварительные результаты изучения редких видов грибов-макромицетов в Тверской области и их мониторинг // С.А. Курочкин, А.Г. Медведев, О.Б. Бахтилова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 92-110.

Дата поступления рукописи в редакцию: 13.06.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 574.2: 582.34 (470.331)
DOI: 10.26456/vtbio323

ОЦЕНКА БИОИНДИКАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ *LESKEA POLYCARPA* HEDW. ПО ОТНОШЕНИЮ К АТМОСФЕРНЫМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ

А.А. Колонтаева¹, У.Н. Спирина^{1,2}

¹Тверской государственный университет, Тверь

²Главный Ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва

Получены новые сведения о накопительных способностях эпифитного мха *Leskea polycarpa* Hedw. по отношению к углеводородам и соединениям азота и серы, которые представляют собой одни из основных загрязнителей атмосферного воздуха. В условиях *in vitro* выявлено, что ксилол в высокой концентрации вызывает резкие химические и морфологические изменения побегов. Обнаружено, что исследуемый объект обладает большей аккумуляционной способностью по отношению к соединениям азота по сравнению с соединениями серы. Интенсивность аккумуляции соединений азота возрастает при повышении концентрации поллютанта и температуры. С помощью Фурье-ИК спектрального анализа установлено соответствие между накоплением побегами *L. polycarpa* загрязняющих веществ в лабораторных и естественных условиях. Обосновано наличие у модельного вида потенциала использования в качестве биоиндикатора состояния атмосферного воздуха с помощью спектроскопических и визуальных методов.

Ключевые слова: биоиндикация, бриоиндикация, биотестирование, *Leskea polycarpa*, Фурье-ИК спектроскопия, атмосферное загрязнение.

Введение. Антропогенное воздействие из года в год наносит непоправимый ущерб состоянию окружающей среды. Как показали исследования, проведённые в апреле 2021 г., степень загрязнения атмосферы в г. Твери соответствует повышенному индексу. Загрязнению воздушного бассейна г. Твери преимущественно способствуют выхлопные газы автотранспорта и выбросы промышленных предприятий. Одними из основных поллютантов атмосферного воздуха г. Твери являются оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO₂) и углеводороды (Справка., 2021). Монооксид азота (NO) и углеводороды считаются приоритетными загрязняющими веществами, наличие и содержание которых в воздухе в первую очередь подлежит наблюдению и контролю. Неблагоприятная экологическая обстановка

ведёт к существенному ухудшению здоровья людей, что может поспособствовать снижению качества жизни населения и сокращению её продолжительности (Цыганов, 2019).

В связи с возрастанием трансформации среды, возникающей в процессе деятельности человека, появляется необходимость регулировать величину отрицательного антропогенного влияния на природную среду и вовремя принимать соответствующие меры по предотвращению её загрязнения. В данное время бриологами и экологами решаются вопросы о проведении биомониторинга и биоиндикации состояния окружающей среды с применением моховидных (Bryophyta s.l.). Биоиндикация с помощью бриофитов обладает высокой эффективностью благодаря высокой скорости размножения мхов, пойкилогидричности, большой поверхности для поглощения различных загрязнителей, мощной аккумуляционной способности и многим другим характеристикам (Вардуни и др., 2014; Radziemska et al., 2019).

Одним из высокоэффективных методов биоиндикации является Фурье-ИК спектральный анализ растительного материала, который позволяет выявить содержание накопленных в них химических соединений (Józwiak et al., 2014; Бревдо, Мейсурова, 2022). Однако методики работы с бриологическим материалом требуют уточнений, в связи с чем целесообразно выяснить, какие условия способствуют аккумуляции бриофитами различных поллютантов, а также определить, по отношению к каким из них используемый вид-биоиндикатор обладает большей накопительной способностью.

Цель работы – изучить возможности использования *Leskea polycarpa* Hedw. для оценки атмосферного загрязнения в условиях г. Твери. Задачи: 1) оценить степень чувствительности модельного объекта к воздействию кислот и ксилола в условиях *in vitro* методами ИК-спектроскопии; 2) провести сравнительный анализ содержания соединений азота, серы и токсических углеводов в образцах *Leskea polycarpa* из модельных участков г. Твери, отличающихся уровнем атмосферного загрязнения; 3) проанализировать возможности использования *Leskea polycarpa* для оценки атмосферного загрязнения города.

Материалы и методы. Исследования проводились в весенне-летне-осенний период 2021 г. в лаборатории ЦКП ФГБОУ ВПО «Тверской государственной университет» (Колонтаева, 2022). В качестве объекта исследований использовались образцы эпифитного мха *L. polycarpa*. Сбор образцов производился в пунктах отбора на территории г. Твери, отличающихся высоким уровнем антропогенной нагрузки (рис. 1, табл. 1), и в фоновой зоне, расположенной в 60 км от

города Твери, для сравнительного анализа (д. Ферязкино, Калининский район Тверской области). Данная зона считается экологически чистой (Мейсунова и др., 2011).

Для эксперимента *in vitro* были взяты образцы, собранные в парке Текстильщиков, так ИК-спектры образцов, собранных в этом пункте отбора, демонстрируют небольшие отличия от ИК-спектра образца из фоновой зоны, несмотря на повышенную антропогенную нагрузку (Мейсунова и др., 2016). Кроме того, на данной территории объект исследования встречается достаточно часто. Это позволяет отобрать количество образцов, необходимое для эксперимента.



Рис. 1. Карта пунктов отбора образцов *L. polycarpa*: 1 – Парк Победы; 2 – Первомайская роща; 3 - Московское шоссе; 4 – Сахаровское шоссе; 5 – набережная Афанасия Никитина; 6 - ландшафтный парк «Тьмака»; э – энергетическая отрасль; м – машиностроение; п – полиграфическая отрасль; л – лёгкая промышленность; х – химическая промышленность; о – производство окон из ПВХ; с – стекольная промышленность

Таблица 1

Общая характеристика пунктов отбора образцов *L. polycarpa* в г. Твери

№ ПО	Координаты ПО	Наименование	Потенциальные источники	
			промышленность	транспорт
1	56.84738 с.ш. 35.91458 в.д.	Парк Победы	лёгкая промышленность: ОАО «Тверская швейная фабрика»	автотранспорт
2	56.8435 с.ш. 35.82637 в.д.	ул. Маршала Конева, проезжая часть рядом с Первомайской рощей	энергетическая отрасль: Тверская ТЭЦ-1; машиностроение: ООО «ЭЛТОР», ООО «Тверьстроймаш», ООО «ЖБИ-1»;	автотранспорт

			<i>полиграфическая отрасль: ОАО «Тверской полиграфический комбинат» (Мейсунова и др., 2022)</i>	
3	56.84199 с.ш. 35.95368 в.д.	Московское шоссе	<i>химическая промышленность: ООО «Тверской Завод Искусственных Кож»; производство окон из ПВХ и пр.: ООО «ТМК»; машиностроение: ОАО «Тверской экскаваторный завод»; энергетическая отрасль: Тверская ТЭЦ-4</i>	автотранспорт
4	56.86547 с.ш. 35.9687 в.д.	Сахаровское шоссе	<i>стеклянная промышленность: ООО "Тверской Стекольный Завод"</i>	автотранспорт
5	56.86499 с.ш. 35.90849 в.д.	Набережная Афанасия Никитина	-	автотранспорт, речной транспорт
6	56.85379 с.ш. 35.89508 в.д.	Ландшафтный парк «Тьмака»	-	автотранспорт

Эксперименты по моделированию загрязнения воздушной среды в лабораторных условиях проводили на основе ранее разработанной схемы моделирования загрязнения, проведенной с использованием эпифитных лишайников (Мейсунова и др., 2011, 2016; Мейсунова, 2014). Свежесобранные образцы прикреплялись к крышкам и стенкам 3 эксикаторов объемом 0,5 л, после чего на их дно наливалось 20 мл азотной кислоты (HNO_3) определённой концентрации. После эксикаторы помещались в разные температурные условия – +7, +22, и +26 °С, с целью оценки влияния температуры на интенсивность аккумуляционных процессов. Аналогично выполнялся эксперимент с использованием серной кислоты (H_2SO_4) (табл. 2). Выбор используемых поллютантов определён тем, что во влажном воздухе диоксид азота (NO_2) и диоксид серы (SO_2) имеют свойство

превращаться в токсичные соединения – HNO_3 и H_2SO_4 соответственно. Для эксперимента использовались, в том числе, высокие концентрации кислот для получения быстрого эффекта от их влияния (Мейсунова и др., 2016).

Таблица 2

Схема эксперимента по воздействию поллютантов

№	Наименование поллютанта	С*, %	Объем реактивов	
			V** _{кк} мл	Vводы мл
1	HNO_3	0,5	0,1	19,9
		2	0,4	19,6
		8	1,6	18,4
2	H_2SO_4	0,5	0,1	19,9
		8	1,6	18,4

Примечания: *С – концентрация поллютанта; **V_{кк} – объем концентрированной кислоты.

Также образцы мха подвергались воздействию паров такого органического химического соединения, как ксилол (при температуре +22 °С). Данный поллютант является компонентом выбросов автотранспорта. При этом ксилол может образовывать наибольшие приземные концентрации при неблагоприятных погодных условиях (Магдеева и др., 2016). Для эксперимента использовались эксикаторы объемом 3 литра, на дно которых наливалось 120 мл вещества.

Экспозиция образцов в эксикаторах происходила в течение 7 дней. Далее проводился Фурье-ИК спектральный анализ образцов по стандартной методике (Мейсунова и др., 2016). Пробоподготовка материала состояла в его предварительном высушивании в сухожаровом шкафу, за которым следовало изготовление таблеток с бромидом калия (Егоров, Шагалов, 2012). ИК-спектры образцов регистрировались на Фурье-ИК спектрометре ФМС-1202 фирмы Инфраспек при помощи программного обеспечения для прибора (в компьютерной программе FSpec) в диапазоне 450 - 4000 см^{-1} , разрешение составляло 4 см^{-1} , количество сканов при каждом измерении – 35. Затем происходила обработка спектров с помощью программы Origin 8 (OriginLab Corp.). Интерпретация осуществлялась в диапазоне 1800–400 см^{-1} , который представляет собой область «отпечатков пальцев» (fingerprint region) (Мейсунова, 2014), при помощи сводной таблицы характеристических групповых частот (Казичина, Куплетская, 2013; Самсонова, 2016), также учитывались результаты спектрального анализа биологического материала других исследователей (Bulgariu et al., 2009; Мейсунова и др., 2010, 2011, 2016; Cao et al., 2014, 2017; Kļaviņa, 2018).

Результаты и обсуждение. ИК-спектр образца *L. polycarpa*, собранного в фоновой зоне, преимущественно демонстрирует наличие колебаний на частотах, соответствующих органическим соединениям, входящим в состав растительного материала. Полосы поглощения, свидетельствующие о накоплении атмосферных загрязнителей, отсутствуют. В ИК-спектрах образцов из парка Текстильщиков так же не обнаружены значительные изменения в химическом составе (рис. 2).

В ИК-спектрах образцов наблюдается повышение интенсивности полосы поглощения на частоте $\sim 1730 \text{ см}^{-1}$, что вызвано валентными колебаниями карбонильной группы (C=O) (Vulgariu et al., 2009; Мейсурова и др., 2016) в несопряженных кетонах. По этой полосе определяют карбонилы в насыщенных сложноэфирных группах и углеводы (гемицеллюлоза, пектин) (Klavıřa, 2018). О наличии в образце целлюлозы, олигосахаридов и гликопротеинов свидетельствуют валентные колебания C–O при $\sim 1060 \text{ см}^{-1}$ (Cao et al., 2014).

Полоса поглощения при $\sim 1640 \text{ см}^{-1}$ вызвана деформационными колебаниями в плоскости молекулы (C=O), что обусловлено присутствием амида (Cao et al., 2017). Амидные полосы наблюдаются также на частотах ~ 1420 , ~ 1380 и $\sim 1250 \text{ см}^{-1}$ (валентные колебания C–H и C–N) (Cao et al., 2014, 2017).

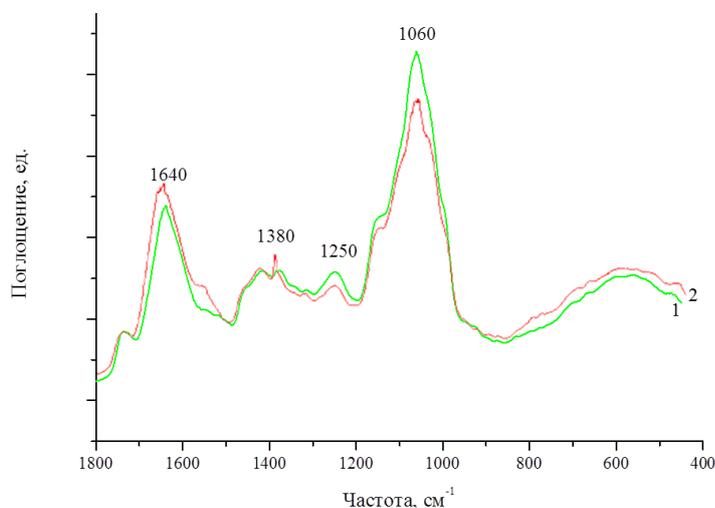


Рис. 2. ИК-спектры поглощения образцов *L. polycarpa*: 1 – из фоновой зоны; 2 – из парка Текстильщиков

Результаты ИК спектрального анализа образцов в результате модельного воздействия загрязнителей

После воздействия HNO_3 (2%) при температуре $+26^\circ\text{C}$ в

образцах отмечаются небольшие колебания на частотах 797 и 779 см^{-1} . Однако основная полоса, свидетельствующая об образовании алкилнитратов (1385 см^{-1}), отсутствует. Пары HNO_3 (8%) при температурах +22 и +26 $^{\circ}\text{C}$ вызывают появление алкилнитратов (R–O–NO₂), на что указывают полосы при 779 и 1385 см^{-1} (Мейсурова и др., 2016). Наблюдаются изменения в ИК-спектрах образцов, связанные с увеличением содержания белкового компонента (Амид II, 1545 см^{-1}) (Мейсурова и др., 2010; Казицина, Куплетская, 2013) (рис. 3).

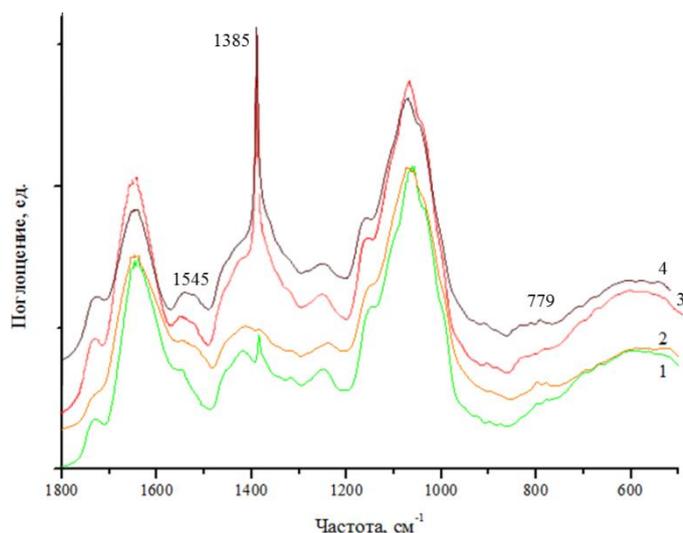


Рис. 3. ИК-спектры поглощения образцов *L. polycarpa*: 1 – контроль; 2 – образец, испытавший воздействие HNO_3 (2%) при +26 $^{\circ}\text{C}$; HNO_3 (8%) при +22 $^{\circ}\text{C}$ (3); HNO_3 (8%) при +26 $^{\circ}\text{C}$ (4)

Под действием серной кислоты в условиях эксперимента в химическом составе образцов не возникает изменений.

Ксилол относится к числу простейших ароматических углеводородов (аренов), и после его воздействия в ИК-спектре отслеживаются пики, указывающие на колебания ароматического кольца (1453 см^{-1}) и неплоские деформационные колебания C—H (890 и 700 см^{-1}) (Казицина, Куплетская, 2013; Самсонова, 2016) (рис. 4).

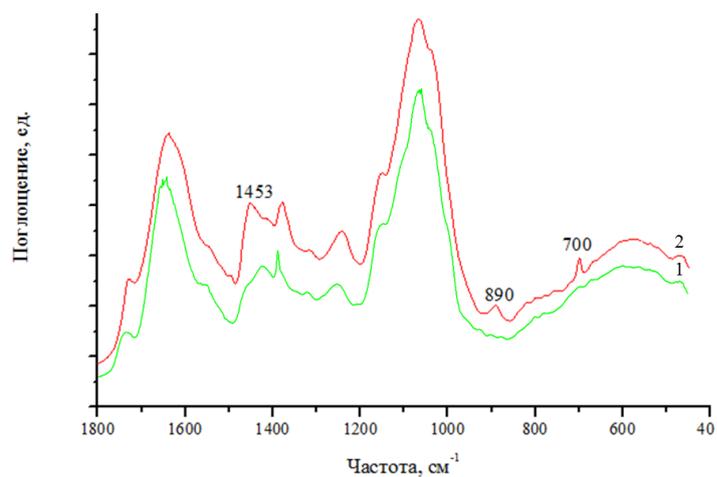


Рис. 4. ИК-спектры поглощения образцов *L. polycarpa*: 1 – контроль; 2 – образец, испытывавший воздействие ксилола

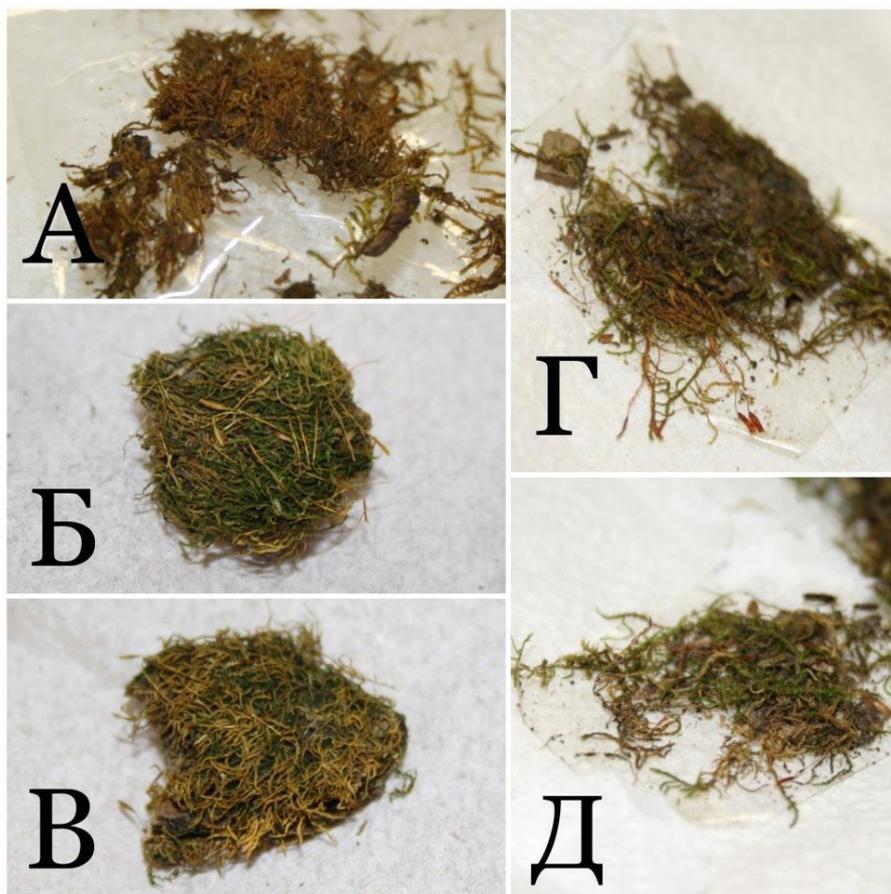


Рис. 5. Образцы *L. polycarpa* после воздействия паров поллютантов: А – ксилола; Б – HNO₃ (8%) при температуре +22°C; HNO₃ (8%) при +26°C (В); H₂SO₄ (0,5%) при +22°C (Г); H₂SO₄ (0,5%) при +26°C (Д) (фото авторов)

Что касается морфологических изменений, видимых невооружённым глазом, то они наблюдаются для образцов, которые были подвергнуты воздействию паров ксилола (рис. 5А), HNO_3 (8%) при температурах 22°C (рис. 5Б) и 26°C (рис. 5В), H_2SO_4 (0,5%) при температурах 22°C (рис. 5Г) и 26°C (рис. 5Д). После испытания побегами влияния паров вышеперечисленных экотоксикантов отмечается их пожелтение. В результате влияния паров ксилола побеги становятся липкими и приобретают блестящий оттенок.

HNO_3 в низких концентрациях (0,5 и 2 %) и H_2SO_4 в высокой концентрации (8%) практически не вызывают морфологических изменений у побегов (рис. 6).

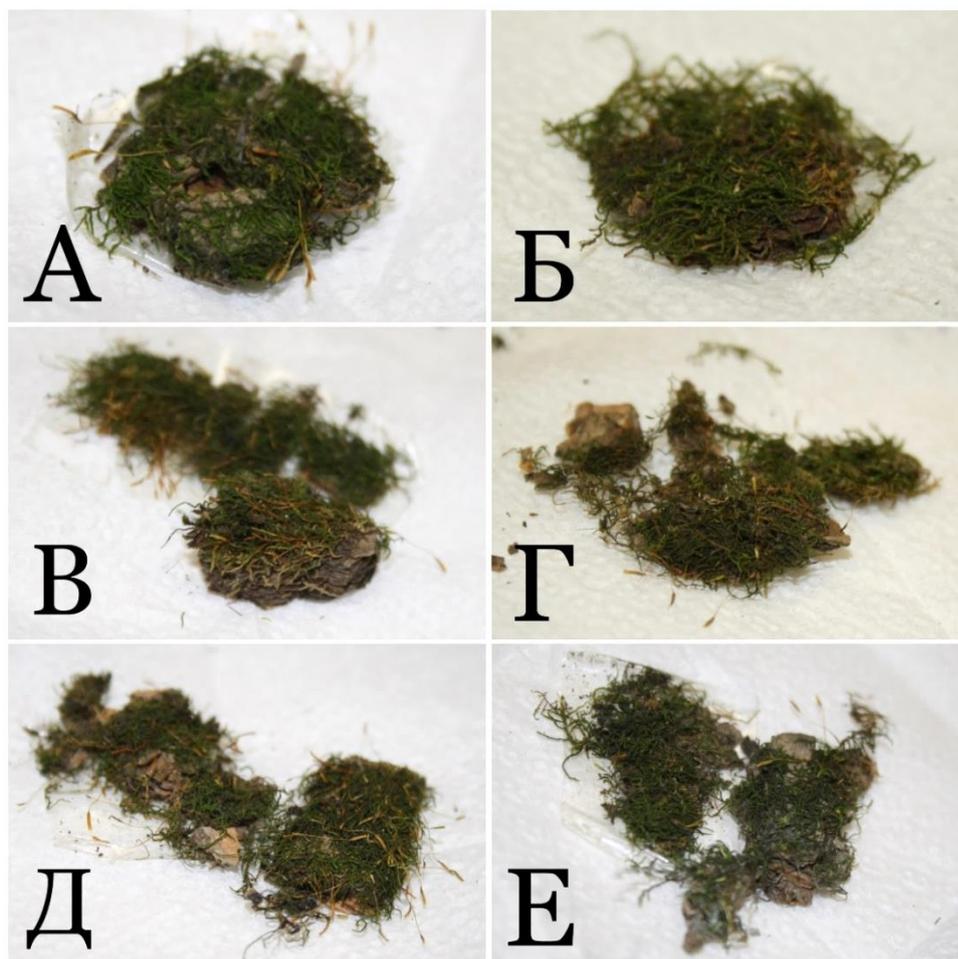


Рис. 6. Образцы *L. polycarpa* после воздействия паров загрязнителей:
А – HNO_3 (0,5%) при температуре +22°C; Б – HNO_3 (0,5%) при температуре +26°C (Б); HNO_3 (2%) при +22°C (В); HNO_3 (2%) при +26°C (Г); H_2SO_4 (8%) при +22°C (Д); H_2SO_4 (8%) при +26°C (Е) (фото авторов)

Результаты ИК спектрального анализа образцов, собранных в пунктах отбора на территории города Твери

Сравнение ИК-спектров образцов, собранных в разных районах г. Твери, с образцами из фоновой зоны, показало изменения, связанные с накоплением поллютантов. В ИК-спектрах обнаружены изменения на частотах 1385 см^{-1} , что подтверждает наличие в побегах *L. polycarpa* алкилнитратов (R-O-NO₂) (рис. 7, 8).

ИК-спектр образца из Парка Победы преимущественно демонстрирует накопление соединений азота ($1385, 779\text{ см}^{-1}$ - алкилнитраты). Также возрастает пик полосы поглощения на $\sim 1730\text{ см}^{-1}$, вызванный колебанием карбонильной группы (C=O) (рис. 7). Эти изменения обнаружены и в ИК-спектре образца, собранного в Ландшафтном парке «Тьмака» (рис. 8).

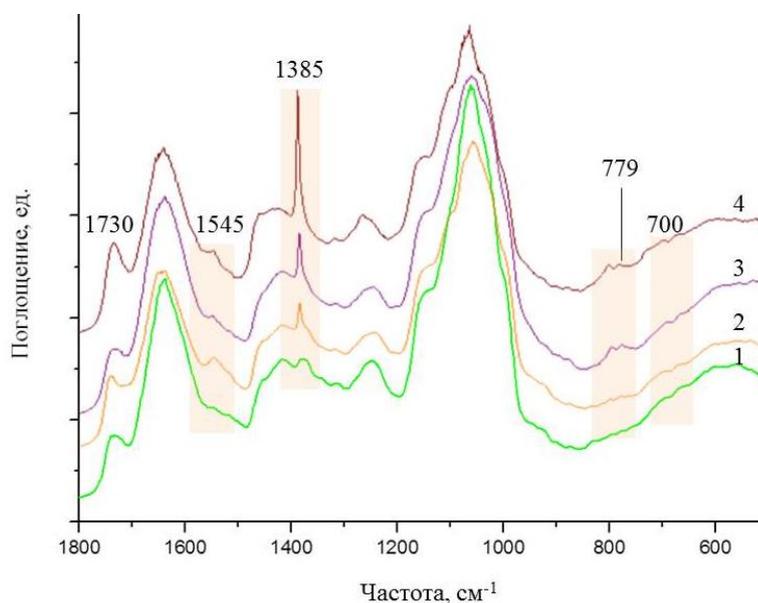


Рис. 7. ИК-спектры поглощения образцов *L. polycarpa*: 1 – фоновая зона; 2 – Парк Победы; 3 – проезжая часть рядом с Первомайской рошей; 4 – Московское шоссе

В ИК-спектре образца из Первомайской роши зафиксированы изменения, указывающие на наличие в растительном материале алкилнитратов ($1385, 779\text{ см}^{-1}$) (рис. 7).

При расшифровке ИК-спектра растительного материала, отобранного вдоль Московского шоссе, отмечены полосы при 1385 и 779 см^{-1} (алкилнитраты), а также 700 см^{-1} (неплоские деформационные колебания C—H) (рис. 7).

В образцах, собранных вдоль Сахаровского шоссе и

набережной Афанасия Никитина, обнаруживаются изменения, связанные с наличием алкилнитратов ($1385, 779 \text{ см}^{-1}$) (рис. 8).

В образце из Ландшафтного парка «Тьмака» наблюдается наличие полос поглощения, указывающих на присутствие алкилнитратов (1385 см^{-1}) и органических соединений ($\sim 1460 \text{ см}^{-1}$ – колебания ароматического кольца; $\sim 1122 \text{ см}^{-1}$ – плоские деформационные колебания С-Н; ~ 745 и $\sim 705 \text{ см}^{-1}$ – неплоские деформационные колебания С-Н), а также изменение на полосе $\sim 1275 \text{ см}^{-1}$ (Амид III) (рис. 8). В образцах из остальных пунктов отбора, как и в условиях модельного эксперимента с HNO_3 , отслеживается изменение на $\sim 1545 \text{ см}^{-1}$ (Амид II) (рис. 7, 8) (Мейсурова и др., 2010; Казицина, Куpletская, 2013).

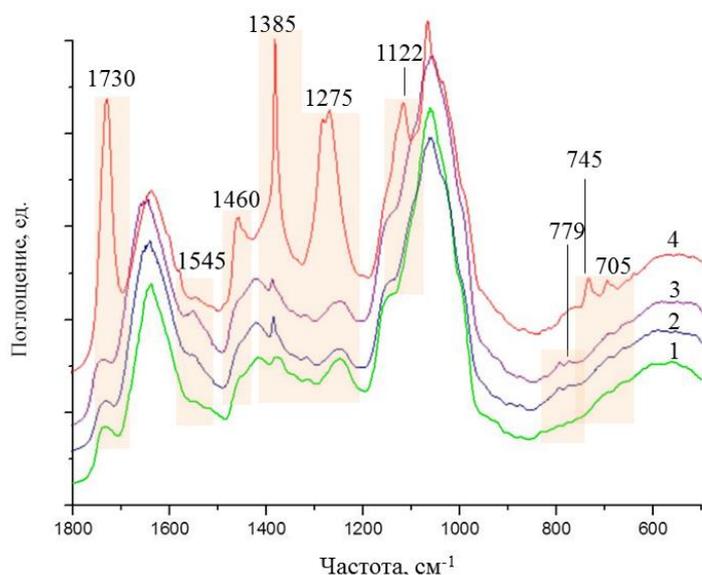


Рис. 8. ИК-спектры поглощения образцов *L. polycarpa*: 1 – фоновая зона; 2 – Сахаровское шоссе; 3 – Набережная Афанасия Никитина; 4 – Ландшафтный парк «Тьмака»

При сравнении ИК-спектров образца из фоновой зоны и образца, собранного в парке Текстильщиков, не обнаруживается значительного накопления поллютантов в растительном материале. Возможно, это обусловлено сбором образцов в отдалённой от ТЭЦ-1 части парка, использованием ТЭЦ-1 относительно чистого топлива, природного газа (Тверская., 2023), в период роста побегов, а также особенностями розы ветров в данный промежуток времени, в связи с чем побеги не подвергались осаждению выбросов.

Спектральный анализ образцов, которые подвергались воздействию паров HNO_3 , демонстрирует достаточно сильные изменения в химическом составе растительного материала. Следует

отметить, что процесс образования алкилнитратов интенсифицируется с повышением температуры и концентрации HNO_3 (рис. 3). Это даёт возможность предположить, что в естественных условиях при повышении температуры и, соответственно, скорости метаболических процессов, исследуемый объект аккумулирует соединения азота более активно. Однако основной причиной этому может быть повышение скорости испарения HNO_3 под действием более высокой температуры *in vitro*.

После воздействия ксилола на образцы модельного вида в ИК-спектрах отмечаются интенсивные полосы поглощения, связанные с колебаниями ароматического кольца и С-Н связей (рис. 4). Предположительно, значительные изменения в ИК-спектре возникли в результате интенсивного испарения поллютанта при положительной температуре и оседания паров на поверхность побегов, о чём свидетельствует их блеск и клейковатость. В естественных условиях при наличии ксилола в воздухе, наиболее вероятно, будут происходить процессы деструкции основных компонентов химического состава растения, однако эффективный процесс аккумуляции исключительно данного вещества невозможен из-за малорастворимости аренов в воде (Мейсурова и др., 2016). ИК-спектр образца из ландшафтного парка «Тьмака» демонстрирует колебания, соответствующие ароматическим соединениям, что может быть отражением присутствия в воздухе нескольких летучих органических соединений, входящих в состав выхлопных газов автомобилей (Магдеева и др., 2016) и воздействующих на растительный материал в течение длительного времени (рис. 8).

Пары азотной кислоты высокой концентрации (8%) и серной кислоты в концентрации 0,5% (при температурах +22 и +26°C) вызывают существенные морфологические изменения, заключающиеся в потере зелёной окраски, возможно, являющейся следствием деструкции хлоропластов (рис. 5), однако более высокая концентрация H_2SO_4 такого влияния не оказывает (рис. 6).

Полученные в ходе модельных экспериментов данные об аккумуляционных способностях *L. polycarpa* по отношению к исследуемым поллютантам совпадают с результатами ИК-спектрального анализа растительного материала, собранного на урбанизированной территории (рис. 7, 8). В условиях *in vitro* серная кислота, в отличие от азотной, не вызывает изменений в ИК-спектрах образцов *L. polycarpa* ни в низкой, ни в высокой концентрациях.

При анализе ИК-спектров образцов, собранных на антропогенно-трансформированных территориях, наблюдаются изменения при $\sim 1730 \text{ см}^{-1}$ (рис. 7, 8). Полоса при 1735 см^{-1} была обнаружена после воздействия нитрата аммония (NH_4NO_3) на

лишайники в лабораторных условиях (Мейсурова и др., 2016). В связи с этим, целесообразно проведение модельных экспериментов по воздействию данного поллютанта на химический состав образцов *L. polycarpa* в дальнейшем для достоверной интерпретации этой полосы поглощения в ИК-спектрах мха модельного вида.

Изменения в ИК-спектрах, возникшие при $\sim 1545 \text{ см}^{-1}$ (Амид II) и $\sim 1275 \text{ см}^{-1}$ (Амид III) связаны с усилением синтеза белкового компонента по причине накопления побегами экзогенного азота (Мейсурова и др., 2010; Казицина, Куплетская, 2013) (рис. 3, 7, 8).

Выводы. В экспериментах *in vitro* *L. polycarpa* обладает сравнительно высокой накопительной способностью по отношению к азотной кислоте и низкой – по отношению к серной кислоте. При повышении температуры и концентрации азотной кислоты интенсивность накопления побегами соединений азота повышается. Высокая концентрация ксилола *in vitro* вызывает значительные химические и морфологические изменения побегов растения.

Фурье-ИК спектральный анализ демонстрирует содержание соединений азота, а также органических соединений в образцах из исследуемых участков г. Твери. Накопления соединений азота обнаружены на территории парка «Тьмака» (1385 см^{-1} – алкилнитраты), Парка Победы, Первомайской рощи, Московского шоссе, набережной Афанасия Никитина и Сахаровского шоссе ($1385, 779 \text{ см}^{-1}$ – алкилнитраты). Значительное органическое загрязнение обнаружено на территории парка «Тьмака» ($\sim 1460 \text{ см}^{-1}$ – колебания ароматического кольца; $\sim 1122 \text{ см}^{-1}$ – плоские деформационные колебания C-H; ~ 745 и $\sim 705 \text{ см}^{-1}$ – неплоские деформационные колебания C-H) и Московского шоссе ($\sim 700 \text{ см}^{-1}$ – неплоские деформационные колебания C—H).

Значительные химические и морфологические изменения в образцах *L. polycarpa*, наблюдаемые в экспериментах *in vitro*, свидетельствуют о возможности использования данного вида для оценки атмосферного загрязнения города с использованием спектроскопических и визуальных методов анализа биологических объектов.

Авторы выражают глубокую благодарность инженеру-лаборанту ЦКП «Лаборатория биотехнологических измерений» Тарасовой Екатерине Михайловне за помощь при проведении модельных экспериментов и декану биологического факультета ТвГУ, заведующей кафедрой ботаники Мейсуровой Александре Фёдоровне за помощь в интерпретации полученных результатов.

Список литературы

- Бревдо Е.Ю., Мейсунова А.Ф.* 2022. Биоиндикационные возможности мха *Nyholmia obtusifolia* при оценке состояния воздушной среды // Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Биология и экология. № 3 (67). С. 145-156.
- Вардуни Т.В., Минкина Т.М., Бураева Е.А., Горбов С.Н., Манджиева С.С., Омельченко Г.В., Шиманская Е.И., Вьюхина А.А., Сушкова С.Н.* 2014. Особенности аккумуляции радионуклидов наземными мхами в зоне многолетнего техногенного воздействия, на примере Пилезии многоцветковой [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ. Электрон. журн. №101(07). С. 151-165.
- Егоров Н.Б., Шагалов В.В.* 2012. Инфракрасная спектроскопия редких и рассеянных элементов. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Физико-химические методы анализа» для магистров, обучающихся по программе «Технология материалов современной энергетики» и для студентов, обучающихся по специальности 240601 «Химическая технология материалов современной энергетики» // Томск: Изд-во ТПУ. 20 с.
- Казыцина Л.А., Куплетская Н.Б.* 2013. Применение УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: Рипол Классик. С. 268.
- Колонтаева А.А.* 2022. Оценка биоиндикационных способностей *Leskea polycarpa* Hedw. по отношению к атмосферным загрязнителям // Материалы XX научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, апрель 2022 года: Сб. ст. Тверь: Твер. гос. ун-т. С. 96 – 98.
- Магдеева А.Р., Шагидуллин А.Р., Гилязова А.Ф., Амирьянова Г.Ф., Шагидуллин Р.Р.* 2016. Анализ структуры выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта на территории г. Казани // Российский журнал прикладной экологии. №1 (5). С. 33-37.
- Мейсунова А.Ф.* 2014. Биомониторинг атмосферного воздуха с использованием ИК спектрального анализа индикаторных видов лишайников (на примере Тверской области): автореф. дис. ... д-ра биол. наук; спец. 03.02.08. Тверь. 43 с.
- Мейсунова А.Ф., Суворова А.А., Бревдо Е.Ю.* 2022. Сравнительный анализ содержания фотосинтетических пигментов у некоторых видов мхов в рекреационных зонах города Твери // Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Биология и экология. № 3(67). С. 157-169.
- Мейсунова А.Ф., Хижняк С.Д., Пахомов П.М.* 2010. Характер воздействия азотсодержащих поллютантов на химический состав *Hypogymnia physodes* // Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Биология и экология. № 18. С. 129-136.
- Мейсунова А.Ф., Хижняк С.Д., Пахомов П.М.* 2011. Оценка токсичного воздействия диоксидов азота и серы на химический состав *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. ИК-спектральный анализ // Сибирский экологический журнал. Т. 18. №. 2. С. 251-261.
- Мейсунова А.Ф., Хижняк С.Д., Пахомов П.М.* 2016. Фурье-ИК спектральный

- анализ атмосферного загрязнения с использованием лишайников. Тверь: Твер. гос. ун-т. 155 с.
- Самсонова Л.Г. 2016. Применение ИК и ПМР спектроскопии при изучении строения органических молекул. Учебно-методическое пособие. Томск: Изд. Дом ТГУ. 60 с.
- Справка о состоянии окружающей среды в Тверской области в апреле 2021 г. [Электронный ресурс]. 2021 // Тверской ЦГМС. – Режим доступа: <http://www.tvermeteo.ru/labor/2021-04.pdf>
- Тверская ТЭЦ-1 [Электронный ресурс]. 2023 // Общество с ограниченной ответственностью "Тверская Генерация" – Режим доступа: <https://tvgen.ru/unit/view/1>
- Цыганов А.А. 2019. Оценка состояния окружающей среды города Твери // Вестник ТвГУ. Сер.: География и геоэкология. № 2(26). С.56-77
- Bulgariu L., Ratoi M., Bulgariu D., Macoveanu M. 2009. Adsorption potential of mercury(II) from aqueous solutions onto Romanian peat moss [Электронный ресурс] // Journal of Environmental Science and Health Part A Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering. Электрон. журн. 44(7). P. 700-706. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/24399226_Adsorption_potential_of_mercuryII_from_aqueous_solutions_onto_Romanian_peat_moss#pf4
- Cao Z., Liu Y., Jiancheng Zhao J. 2014. Efficient Discrimination of Some Moss Species by Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics // Journal of Spectroscopy. 9 p.
- Cao Z., Wang Z., Shang Z., Zhao J. 2017. Classification and identification of *Rhodobryum roseum* Limpr. and its adulterants based on fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and chemometrics [Электронный ресурс] // PLoS ONE. Электрон. журн. 12(2). 14 p. Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172359>
- Jóźwiak M.A., Rybiński P., Jóźwiak M. 2014. Bio-Indicative Assessment of Motorway Air Pollution Using Thermal Analysis // Pol. J. Environ. Stud. Vol. 23. №. 5. P. 1617-1625
- Kļaviņa L. 2018. Composition of mosses, their metabolites and environmental stress impacts: дис. ... д-ра биол. наук. Рига, Латвия. 130 с.
- Origin. Версия 8 : программа. 2007 // OriginLab Corporation, Нортгемптон, Лицензия: пробная версия. Режим доступа: <https://www.originlab.com/>
- Radziemska M., Mazur Z., Bes A., Majewski G., Gusiatin Z. M., Brtnicky M. 2019. Using Mosses as Bioindicators of Potentially Toxic Element Contamination in Ecologically Valuable Areas Located in the Vicinity of a Road: A Case Study [Электронный ресурс] // International Journal of Environmental Research and Public Health. Электрон. журн. 16(20): 3963. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/ijerph16203963>

ASSESSMENT OF BIOINDICATIVE ABILITIES OF *LESKEA POLYCARPA* HEDW. IN RELATION TO ATMOSPHERIC POLLUTANTS

A.A. Kolontaeva¹, U.N. Spirina^{1,2}

¹Tver State University, Tver

²Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

Epiphytic bryophytes are considered being sensitive and reliable indicators of air pollution. Accumulation abilities of *Leskea polycarpa* were studied and new data were obtained for hydrocarbons, nitrogen and sulfur compounds, which are among the main pollutants of atmospheric air. According to *in vitro* experiments, high concentration of xylene cause significant chemical and morphological changes in shoots. It was found that *L. polycarpa* accumulates nitrogen compounds better than sulfur ones. The intensity of accumulation of nitrogen compounds is directly proportional to the concentration of pollutants and temperature. FTIR analysis showed similar trends in the chemical composition changes of *L. polycarpa* occurring during *in vitro* experiments and in the natural habitats with anthropogenic air pollution sources. The possibility of using *L. polycarpa* as a bioindicator of air pollution was confirmed using both spectroscopic and visual methods.

Keywords: *bioindication, bryoindication, biotesting, Leskea polycarpa, FTIR spectroscopy, air pollution.*

Об авторах:

КОЛОНТАЕВА Анна Аделиновна – магистрант направления 06.04.01 Экология, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: annakolontaeva00.com@gmail.com.

СПИРИНА Ульяна Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», старший научный сотрудник лаборатории Гербарий ГБС РАН, 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Spirina.UN@tversu.ru.

Колонтаева А.А. Оценка биоиндикационных возможностей *Leskea polycarpa* Hedw. по отношению к атмосферным загрязнителям / А.А. Колонтаева, У.Н. Спирина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 111-126.

Дата поступления рукописи в редакцию: 20.04.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

УДК 581.15+502.175:504.054 (470.331)

DOI: 10.26456/vtbio324

ИНДИКАТОРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В БИОМОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ПО ДАННЫМ ФЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А.Ф. Мейсурова¹, О.А. Еремеева¹, А.Б. Савинов²

¹Тверской государственной университет, Тверь

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

Исследовано фенетическое разнообразие *Aegopodium podagraria*, *Plantago major* и *Chelidonium majus* в трех городах Ржевско-Старицкого Поволжья Тверской области. Приведены данные, характеризующие изменения фенетического разнообразия у растений по градиенту загрязнения среды. Выяснено, что среди изученных видов, в биомониторинге оценки качества среды с помощью фенетического анализа, целесообразно использовать *P. major* и *Ch. majus*. Виды демонстрируют наибольшее сходство максимальных и минимальных значений фенетических параметров (μ , h , Sp_h) в одних и тех же биотопах, что свидетельствует об их более широких индикаторных возможностях. Определены редкие фены у *Plantago major* (PR8) и *Ch. majus* (2Д), которые можно использовать в качестве маркеров экологического благополучия изучаемых территорий.

Ключевые слова: *Plantago major*, *Aegopodium podagraria*, *Chelidonium majus*, фены листьев, тяжелые металлы, загрязнение, фенетический анализ, фенофонды, Тверская область, г. Ржев, г. Зубцов, г. Старица

Введение. Одной из актуальных проблем настоящего времени является загрязнения окружающей среды, решение которой невозможно без использования информации о реакции живых организмов на антропогенное воздействие (Мейсурова, 2014; Мурашко, Рышкель, 2017; Пестова, 2017). Состояние окружающей среды в условиях техногенного загрязнения позволяют оценить разные индикаторные виды, в том числе, высшие растения (Мынбаева и др., 2012; Бекузарова, 2017; Наумова, Стрельцов, 2021). При этом получаемые сведения могут быть разного уровня (Оказова, Мажаева, 2018; Назаренко и др., 2020; Гусев, 2022). Значимые результаты дает фенетический анализ индикаторных видов высших растений, который позволяет оценить состояние биотопов в условиях техногенного загрязнения по изменению морфологических признаков (Мейсурова и др., 2021; Мейсурова и др., 2022; Савинов, Новожилов, 2021; Савинов и др., 2021 а, б; Савинов и др., 2022; Еремеева, Мейсурова, 2022). Известно, что морфологическая изменчивость растений может

регистрироваться по качественным признакам – фенам (Савинов, Новожилов, 2021). Параметры фенофондов позволяют осуществлять индикацию состояния ценопопуляций растений и косвенно оценивать состояние их биотопов (Савинов, Новожилов, 2021). Однако разные индикаторные виды могут по-разному отражать уровень фитотоксичности среды в зависимости от степени чувствительности к изменениям окружающей среды (Савинов и др., 2021 б). В этой связи, актуальны специальные исследования на предмет сравнения индикаторных возможностей разных видов растений. Удобными модельными территориями для таких исследований могут служить города Ржевско-Старицкого Поволжья в Тверской области, в которых развита промышленная инфраструктура, а также имеются крупные зеленые зоны, служащие местом произрастания для индикаторных видов. В 2022 г. на данных территориях были проведены фенетические исследования с помощью индикаторного вида *P. major*. Обнаружено низкое фенетическое разнообразие в биотопах, где сосредоточено значительное количество промышленных предприятий (Еремеева, Мейсурова, 2022). В почвенных пробах данных мест произрастания были зарегистрированы высокие концентрации тяжелых металлов и металлоидов (ТМ).

Цель – сравнить индикаторные возможности широко распространенных видов растений (*Aegopodium podagraria* L., *Plantago major* L., *Chelidonium majus* L.), используемых в биомониторинге состояния окружающей среды на основе фенетических данных. Задачи: 1) определить сеть пунктов отбора (ПО) образцов трех видов растений в городах Ржевско-Старицкого Поволжья (Ржев, Старица, Зубцов); 2) провести фенетический анализ растительного материала; 3) оценить уровень фенетического разнообразия разных видов растений в зависимости от уровня антропогенной нагрузки; 4) сравнить индикаторные возможности разных видов растений.

Методика Объектами исследования служили образцы трех широко распространенных видов растений: подорожника большого (*P. major*), сныти обыкновенной (*A. podagraria*) и чистотела большого (*Ch. majus*). Сеть пунктов отбора (ПО) материала выделили на основе анализа промышленной инфраструктуры городов Ржевско-Старицкого Поволжья (Ржев, Старица, Зубцов) и ранее проведенных исследований в них (Мейсурова, 2016; Еремеева, Мейсурова, 2022). Общее число ПО составило – 15. Сбор растений провели в трех городах Ржевско-Старицкого Поволжья: Ржев (ПО 1–7), Зубцов (ПО 8–12) и Старица (ПО 13–15). По результатам АЭС-ИСП-анализа в почвенных пробах этих ПО обнаружено 12 ТМ: As, Cd, Cr, Co, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, W (Мейсурова, 2016; Еремеева, Мейсурова, 2022).

Уровень содержания ТМ не превышает нормативных значений, за исключением, мышьяка, сурьмы и свинца.

В каждом ПО были заложены пробные площадки размером 20x20м, где осуществляли случайную выборку листьев у 50 генеративных растений каждого вида. Всего было собрано и обработано 2250 растительных образцов. Фенетический анализ провели в лабораторных условиях путем регистрации фенотипов и морфометрических особенностей по стандартным методикам: у *A. podagraria* регистрировали фены терминальных листочков (Савинов и др., 2018; Мейсурова и др., 2021); *P. major* – фены на нижней стороны листьев (Савинов, Новожилов, 2021; Еремеева, Мейсурова, 2022); *Ch. majus* – фены верхней доли листьев (Савинов и др., 2022). Все выявленные фенотипы растений фотографировали и сушили для гербария.

Фенетическое разнообразие растений (среднее число фенотипов, долю редких фенотипов, стандартные ошибки) оценивали с использованием формул Л.А. Животовского (1991):

$$\mu = (\sum \sqrt{p_i})^2,$$

где: μ – среднее число фенотипов; p_i – частоты фенотипов.

$$S\mu = \sqrt{\frac{\mu(m-\mu)}{N}},$$

где: $S\mu$ – стандартная ошибка μ ; m – число выявленных фенотипов; N – объем выборки.

$$h = 1 - \frac{\mu}{m},$$

где: h – доля редких фенотипов.

$$Sh = \sqrt{\frac{h(m-h)}{N}},$$

где: Sh – стандартная ошибка h .

Для оценки фенотипической гетерогенности популяций использовали коэффициент Cph , представляющий собой отношение доли редких фенотипов (h) к среднему числу фенотипов (μ) в популяции (Савинов, Новожилов, 2021):

$$Cph = \frac{h}{\mu}.$$

Статистическая обработка данных и определение параметров проведены стандартными методами с использованием лицензионных программных продуктов Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Известно, что морфологическая изменчивость листьев растений носит видоспецифический характер, а разнообразие фенотипов во многом обусловлено спецификой строения листьев (Савинов и др., 2021 б). Анализ фенотипов ценопопуляций сравниваемых видов, собранных в городах Ржевско-

Старицкого Поволжья (Ржев, Старица, Зубцов) показал, что высокое фенетическое разнообразие листьев характерно для *A. podagraria* (табл. 1). Среднее число обнаруженных фенотипов (μ) у этого растения составило 5,66, что существенно выше, чем у других видов. У *Ch. majus* и *P. major* значение μ составило 3,21 и 3,02 соответственно. У изученных видов обнаружены доминирующие фены, которые встречаются у растений почти во всех биотопах (ПО 1–15). Высокую частоту встречаемости у *A. podagraria* имеют фены А1 и А2, у *P. major* – Р5 и Р7, у *Ch. majus* – Т, 2Т и Д (рис. 1).

Доля редких фенов (h) не превышает 5–8% от среднего числа обнаруженных фенотипов в ценопопуляциях растений. Наибольшее значение h зарегистрировано у *A. podagraria* – 0,32 (5% от значения μ), наименьшее у *P. major* – 0,22 (7,3% от значения μ). Единично встречающимися фенами у *A. podagraria* являются А3В2, АМ2; у *P. major* – РR8; у *Ch. majus* – 2Д, ДП (рис. 2).

Таблица 1

Характеристики фенофондов ценопопуляций изученных растений в биотопах Ржевско-Старицкого Поволжья (ПО 1–15)

Фены	г. Ржев						г. Старица						г. Зубцов		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>A. podagraria</i>															
A1	0,58	0,48	0,34	0,68	0,34	0,76	0,78	0,64	0,04	0,64	0,4	0,76	0,4	0,46	0,54
A2	0,16	0,08	0,24	0,02	0,5	0,08	0,06	0,1	0,68	-	0,2	-	0,1	0,12	0,16
A3	0,04	0,06	0,02	-	0,04	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06
A4	0,06	0,06	0,14	-	0,08	-	0,02	0,04	-	-	-	-	0,02	-	0,02
AR1	-	-	-	0,06	-	0,02	0,02	-	-	-	-	0,04	0,04	0,02	0,02
AR2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	0,02	-	-	0,02	-
AR3	0,04	-	0,04	-	-	-	0,02	0,04	0,08	0,02	0,24	0,02	0,04	0,06	-
AR4	-	0,04	-	0,08	-	-	-	0,06	0,04	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,06
AL1	-	0,04	-	0,02	-	0,02	0,04	-	-	0,06	-	0,04	-	0,04	0,02
AD1	-	0,1	0,06	0,04	-	0,06	0,04	-	-	0,22	0,02	0,12	0,34	0,14	0,04
AM2	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AML	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	0,02	-
AB2	0,06	0,12	0,08	0,02	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,02	-
A2C	-	0,02	-	0,02	0,02	-	-	-	0,1	-	-	-	0,02	0,04	0,02
AS1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-
ASR1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,02
ASL1	0,02	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02
ACS	-	-	0,02	0,04	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
A2SL	-	-	0,06	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-
A3B2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-

A2B	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	0,04	0,02
<i>N</i>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
<i>m</i>	8	9	9	10	6	6	8	7	7	7	8	6	9	12	12
μ	5,73 ±0,51	7,13 ±0,52	7,30 ±0,50	5,37 ±0,71	4,23 ±0,39	3,71 ±0,41	4,38 ±0,56	5,07 ±0,44	4,69 ±0,47	4,33 ±0,48	6,55 ±0,44	3,61 ±0,42	6,24 ±0,59	8,71 ±0,76	7,92 ±0,80
<i>h</i>	0,28 ±0,06	0,21 ±0,06	0,19 ±0,06	0,46 ±0,07	0,30 ±0,06	0,38 ±0,07	0,45 ±0,07	0,28 ±0,06	0,33 ±0,07	0,38 ±0,07	0,18 ±0,05	0,40 ±0,07	0,31 ±0,07	0,27 ±0,06	0,34 ±0,07
<i>Cph</i>	0,05	0,03	0,03	0,09	0,07	0,10	0,10	0,05	0,07	0,09	0,03	0,11	0,05	0,03	0,04
<i>P. major</i>															
P3	0,04	-	0,02	0,06	-	-	0,02	-	-	0,02	-	-	0,02	0,06	0,18
P5	0,68	0,24	0,36	0,62	0,62	0,8	0,32	0,42	0,26	0,18	0,24	0,36	0,62	0,6	0,44
P7	0,28	0,64	0,64	0,26	0,38	0,2	0,66	0,56	0,6	0,72	0,54	0,44	0,32	0,3	0,28
P9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,08	0,08	0,16	-	-	0,02
PL6	-	0,06	-	0,06	-	-	-	-	0,08	-	-	0,02	0,02	-	-
PR4	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	0,02	0,02	-	0,02	0,06
PR6	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	0,02	0,02	0,02
PR8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
<i>N</i>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
<i>m</i>	3	4	3	4	2	2	3	3	4	4	6	5	5	5	6
μ	2,41 ±0,17	3,17 ±0,23	2,34 ±0,18	3,19 ±0,23	1,97 ±0,03	1,80 ±0,08	2,31 ±0,18	2,36 ±0,17	3,28 ±0,22	2,88 ±0,25	4,54 ±0,36	3,79 ±0,30	3,16 ±0,34	3,42 ±0,33	4,60 ±0,36
<i>h</i>	0,20 ±0,06	0,21 ±0,06	0,22 ±0,06	0,20 ±0,06	0,01 ±0,02	0,10 ±0,04	0,23 ±0,06	0,21 ±0,06	0,18 ±0,05	0,28 ±0,06	0,24 ±0,06	0,24 ±0,06	0,37 ±0,07	0,32 ±0,07	0,23 ±0,06
<i>Cph</i>	0,08	0,07	0,09	0,06	0,01	0,06	0,10	0,09	0,05	0,10	0,05	0,06	0,12	0,09	0,05
<i>Ch. majus</i>															
T	0,78	0,9	0,8	0,66	0,68	0,8	0,7	0,66	0,48	0,74	0,48	0,28	0,8	0,54	0,78
2T	0,08	0,06	-	0,06	0,12	0,14	0,2	-	0,28	0,04	0,14	0,5	0,04	0,2	0,08
ТЛ	0,06	0,02	0,08	0,12	0,12	-	0,06	-	0,12	-	0,26	0,04	-	0,06	0,02
ТП	-	0,02	0,04	0,04	-	0,04	-	0,04	0,12	0,02	0,06	0,16	0,06	0,18	0,08
Д	0,08	-	0,08	0,12	0,08	0,02	0,04	0,3	-	0,18	0,04	0,02	0,1	0,02	0,04
2Д	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-
ДП	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
<i>N</i>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
<i>m</i>	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	6	5	4	5	5
μ	2,87 ±0,25	2,18 ±0,28	2,76 ±0,26	3,80 ±0,30	3,24 ±0,22	2,59 ±0,27	2,99 ±0,25	2,43 ±0,17	3,67 ±0,16	3,12 ±0,34	4,68 ±0,35	3,91 ±0,29	2,74 ±0,26	3,97 ±0,29	3,21 ±0,34
<i>h</i>	0,28 ±0,06	0,46 ±0,07	0,31 ±0,07	0,24 ±0,06	0,19 ±0,06	0,35 ±0,07	0,25 ±0,06	0,19 ±0,06	0,08 ±0,04	0,38 ±0,07	0,22 ±0,06	0,22 ±0,06	0,31 ±0,07	0,21 ±0,06	0,36 ±0,07
<i>Cph</i>	0,10	0,21	0,11	0,06	0,06	0,14	0,08	0,08	0,02	0,12	0,05	0,06	0,11	0,05	0,11

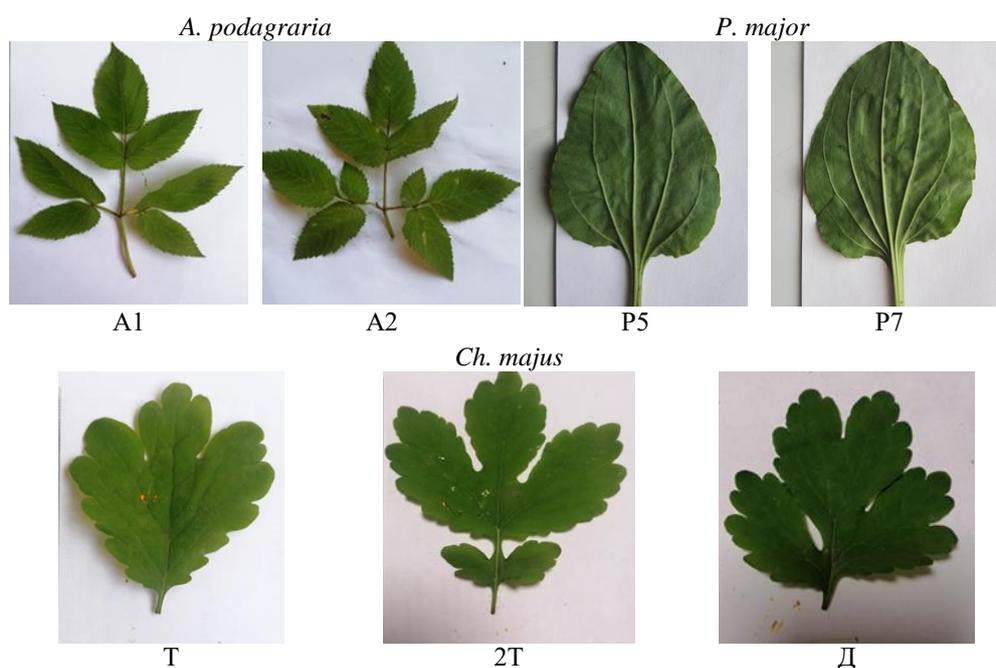


Рис. 1. Доминирующие фенотипы у изученных растений

Сравнительный анализ фенофондов изученных растений показал различия в зависимости от мест сбора в городах Ржевско-Старицкого Поволжья. Так в крупном и промышленно развитом г. Ржеве уровень фенетического разнообразия изученных растений отличается в зависимости от уровня антропогенной нагрузки и загрязнения окружающей среды. Минимальные величины \square отмечены в ценопопуляциях из ПО 5–6. Значения \square совпадают в ценопопуляциях из ПО 6 у *A. podagraria* ($\square=3,71\pm 0,41$), *Ch. majus* ($\square=2,59\pm 0,27$) и *P. major* ($\square=1,80\pm 0,08$); ПО 5 – у *A. podagraria* ($\square=4,23\pm 0,39$) и *P. major* ($\square=1,97\pm 0,03$) (табл. 1). В данных местообитаниях доминирующими фенами у *A. podagraria* являются А1 и А2; у *P. major* – Р5 и Р7; у *Ch. majus* – Т (рис. 1). Доля редких фенов (h) у растений в этих пунктах отбора низкая. Тенденция к резкому снижению доли редких фенов особенно выражена у *P. major* ($h=0,01\pm 0,02$). Ценопопуляции этого вида в ПО 5 отличаются низкой гетерогенностью ($Sph=0,01$) (рис. 2; табл. 1). Отметим, что в почвенных пробах ПО 5–6 зарегистрировано наибольшее число металлов с максимальными значениями концентраций ТМ (Cd, Cr, Ti, V, Ni, Co) (Еремеева, Мейсунова, 2022). Данные пункты являются придорожными участками региональных автомобильных трасс с интенсивным движением автотранспорта. Кроме того, в непосредственной близости к этим пунктам располагаются крупные машиностроительные предприятия (Мейсунова, 2016).

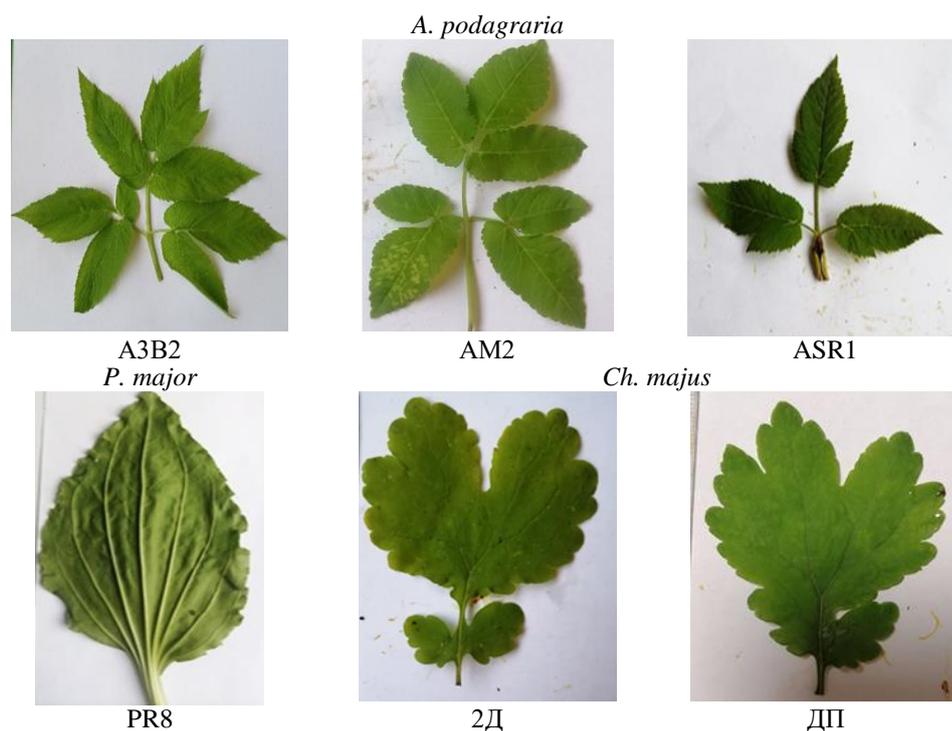


Рис. 3. Редкие фенотипы у изученных видов растений

Высокое фенетическое разнообразие в г. Ржеве выявлено в ПО 2–4. Максимальные величины \square совпадают в ценопопуляциях из ПО 2 у *A. podagraria* ($\square=7,13\pm0,52$) и *P. major* ($\square=3,17\pm0,23$); ПО 4 – у *P. major* ($\square=3,19\pm0,23$) и *Ch. majus* ($\square=3,80\pm0,30$) (табл. 1). Отмечена тенденция к возрастанию доли редких фенов (h) у *A. podagraria* (ПО 4) и *Ch. majus* (ПО 2). Популяция последнего вида в ПО 2 характеризуется наибольшей гетерогенностью ($Chr = 0,21$). По результатам АЭС-ИСП-анализа, в почвенных пробах данных биотопов концентрации большинства элементов минимальные (Еремеева, Мейсунова, 2022).

Другие города Ржевско-Старицкого Поволжья (Зубцов, Старица) не столь крупные по размерам, имеют существенно меньше промышленных предприятий и общую численность населения. В биотопах этих городов абсолютное число выявленных фенов у всех изученных растений выше, чем в г. Ржеве. В биотопах г. Зубцов высокий уровень фенетического разнообразия у всех изученных видов выявлен в ПО 11 (табл. 1). Данный пункт располагается на окраине города, вдали от крупных автомагистралей. Большинство металлов в почвенных пробах имеют низкие значения концентраций (Еремеева, Мейсунова, 2022). Максимальные величины \square у *A. podagraria* составляют $6,5\pm0,44$; *P. major* – $4,54\pm0,36$; *Ch. majus* – $4,68\pm0,35$. Однако доля редких фенов в этом

биотопе не высокая. Например, у *P. major* отмечен единично встречающийся PR8, у *Ch. majus* – 2Д (рис. 2). Значительную долю редких фенотипов можно встретить в ПО 10, где максимальные величины h отмечены у *P. major* и *Ch. majus*. Данный биотоп характеризуется наибольшей разнородностью. Величины Chp в популяциях ПО 10 у всех изученных растений имеют максимальные значения (рис. 2; табл. 1).

В г. Старице фенетическое разнообразие в ПО 14–15 выше, чем в ПО 13, где в почвенных пробах выявлено превышение нормативных значений по свинцу (1,5 ОДК) (Еремеева, Мейсурова, 2022). Наибольшие значения основных параметров фенетического разнообразия (μ и h) обнаружены в популяциях *A. podagraria* и *P. major* из ПО 15.

Анализ фенотипов разных растений показал, что чем выше уровень фенетического разнообразия растений на исследуемой территории, тем чаще совпадают максимальные и минимальные значения их фенетических параметров (μ , h , Chp) в биотопах. Например, в г. Старица, где уровень фенетического разнообразия высокий у всех изученных растений, максимальные и минимальные величины параметров, косвенно отражающие состояние биотопов, совпадали у всех трех видов растений одновременно. В г. Зубцове, где уровень фенетического разнообразия высокий в ценопопуляциях у *P. major* ($\mu=3,60$) и *Ch. majus* ($\mu=3,31$), но низкий у *A. podagraria* ($\mu=4,9$), максимальные и минимальные значения фенетических параметров преимущественно совпадали в биотопах у пары видов *P. major* и *Ch. majus*. В отличие от г. Зубцова, в г. Ржеве уровень фенетического разнообразия низкий в ценопопуляциях у *P. major* ($\mu=2,46$) и *Ch. majus* ($\mu=2,9$), но высокий у *A. podagraria* ($\mu=5,4$), поэтому значения максимальных и минимальных величин параметров в биотопах совпадали либо в паре *A. podagraria* и *P. major*, либо в паре *P. major* и *Ch. majus*. В этой связи, несмотря на значительное богатство фенотипов у *A. podagraria*, в биомониторинге состояния среды с помощью фенетического анализа целесообразно использовать виды *P. major* и *Ch. majus*. Виды более объективно отражают экологическое состояние биотопов, демонстрируют наибольшее сходство значений фенетических параметров на территориях с разной антропогенной нагрузкой. Редкие фенотипы у *P. major* (PR8) и *Ch. majus* (2Д) можно использовать в качестве маркеров экологического благополучия изучаемых территорий в биомониторинговых исследованиях с использованием данных видов.

Таким образом, фенетическое богатство растений видоспецифично. Высокий уровень фенетического разнообразия листьев демонстрирует *A. podagraria* ($\mu=5,66$). Среднее число

фенотипов у других видов растений ниже в 1,8 раза. Доля редких фенотипов в составе ценопопуляций всех растений не превышает 5-8%. Для каждого вида растений определены, как доминирующие, так и редкие фенотипы.

Выяснено, что фенетическое разнообразие изученных растений меняется в зависимости от степени антропогенной нагрузки и загрязнения окружающей среды. Анализ фенотипов ценопопуляций в городах Ржевско-Старицкого Поволжья (Ржев, Старица, Зубцов) показал, что по мере увеличения уровня загрязнения среды снижается уровень фенетического разнообразия листьев и, наоборот, повышается в местах с низким уровнем загрязнения среды.

Сравнение индикаторных возможностей изученных растений показало, что в мониторинговых исследованиях состояния окружающей среды на основе фенетического анализа целесообразно использовать виды *P. major* и *Ch. majus*. Виды демонстрируют наибольшее сходство максимальных и минимальных значений фенетических параметров (μ , h , Cph) в одних и тех же биотопах, что свидетельствует о более широких индикаторных возможностях данных видов. Редкие фены PR8 у *P. major* и 2Д у *Ch. majus* – маркеры экологического благополучия изучаемых территорий.

Заключение. Фенетические показатели достаточно объективно отражают экологическое состояние биотопов. Установлено, что фенетическое разнообразие листьев изученных растений снижается по мере увеличения уровня загрязнения среды и, наоборот, повышается в местах низкого уровня загрязнения. Среди изученных видов, наилучшие индикаторные возможности имеют виды *P. major* и *Ch. majus*. Редкие фены этих видов (PR8, 2Д) можно использовать в качестве маркеров экологического благополучия изучаемых территорий.

Список литературы

- Бекузарова С.А. 2017. Растения-индикаторы загрязнения почв тяжелыми металлами // Успехи современной науки. Т.1. № 9. С. 111-115.
- Гусев А.П. 2022. Комплексирование фитоиндикации и геоэлектрического метода для оценки загрязнения геологической среды (на примере полигона химических отходов) // Вектор геонаук. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова Т. 5. № 1. С. 65-73.
- Еремеева О.А., Мейсунова А.Ф. 2022. Фитоиндикация биотопов в Ржевско-Старицком Поволжье с помощью фенетического анализа подорожника большого // Охрана окружающей среды – основа безопасности страны: сб. статей по материалам Междунар. науч. экол. конф. Краснодар: КубГАУ. С. 345-348.

- Мейсурова А.Ф. 2014. Биомониторинг атмосферного загрязнения с использованием ИК-спектрального анализа индикаторных видов лишайников (на примере Тверской обл.): автореф. дис. ... доктора биологических наук: 03.02.08 / Мейсурова Александра Федоровна [Место защиты: Белгород. гос. нац. исслед. ун-т]. Тверь. 42 с.
- Мейсурова А.Ф. 2016. Содержимые металлов в слоевищах *Parmelia sulcata* в городах Ржевско-Старицкого Поволжья (Тверская область) // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3. С. 185-196.
- Мейсурова А.Ф., Савинов А.Б., Янсон А.Н. 2021. Комплексный анализ фенотипических изменений и элементного состава сныти обыкновенной в городских условиях // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. Краснодар: КубГАУ. С. 670-673.
- Мейсурова А.Ф., Цветков В.П., Цветков И.В., Нотов А.А. 2022. Анализ фрактальных параметров листьев сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria*) в рекреационных зонах города Твери методами мультифрактальной термодинамики // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1(65). С. 180-193.
- Мурашко Ю.В., Рышкель И.В. 2017. Анализ методик биоиндикации по определению загрязнения окружающей среды // Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века: материалы 17-й международной научной конференции, 18–19 мая 2017 г. Минск: ИВЦ Минфина. Ч. 2. С. 37-38.
- Мынбаева Б.Н., Макеева А.Ж., Сейдалина А.Б. 2012. Потенциальные возможности плевела многолетнего для фитоиндикации городских почв // Экология. № 3. С. 236.
- Назаренко Н.Н., Похлебаев С.М., Малаев А.В., Третьякова И.А., Ходжаев А.К. 2020. Эколого-ценотические группы флоры сосудистых растений Оренбургской области и фитоиндикация биотопов // Самарский науч. вестн. Т. 9. №4. С. 109–120.
- Наумова А.А., Стрельцов А.Б. 2021. Исследование загрязнения окружающей среды методом фитоиндикации // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина. С. 642-644.
- Оказова З.П., Мажеева П.И. 2018. Фитоиндикация - информативный метод оценки окружающей среды // Извест. Чеченск. гос. пед. ун-та. Естественные и технические науки. Сер.2. Т. 15. № 18. С. 102-108.
- Пестова О.А. 2017. Применение метода биоиндикации для контроля загрязнения почв рекреационно-оздоровительных зон города Омска // Безопасность городской среды: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. конф. Омск: ОмГТУ. С. 89-91.
- Савинов А.Б., Ерофеева Е.А., Никитин Е.А. 2018. Морфологическая изменчивость и биохимические показатели листьев в ценопопуляциях *Aegopodium podagraria* L. (Ariaceae, Apiales) при разных уровнях загрязнения почв тяжелыми металлами // Поволжский экологический

- журнал. № 3. С. 315-326.
- Савинов А.Б., Новожилов Д.А. 2021. Анализ фенотипов *Plantago major* L. в рекреационных экосистемах Нижнего Новгорода // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Пенза: Наука и Просвещение. С. 20-23.
- Савинов А.Б., Новожилов Д.А., Басуров В.А. 2021а. Биоиндикационный аспект анализа фенотипов *Aegopodium podagraria* L. в рекреационных экосистемах Нижнего Новгорода // Современные научные исследования. Пенза: Наука и просвещение. С. 18-22.
- Савинов А.Б., Мейсурова А.Ф., Нотов А.А., Новожилов Д.А. 2021б. Фенетическая фитоиндикация и биотестирование почв в рекреационных зонах г. Твери // Вестн. ТвГУ. Серия: Биология и экология. № 3 (63). С. 114-126.
- Савинов А.Б., Новожилов Д.А., Мейсурова А.Ф., Нотов А.А. 2022. Биоиндикационный аспект анализа фенотипов *Chelidonium majus* L. в городских рекреационных зонах // Актуальные научные исследования. Сборник статей VII Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.). С. 24-28.

INDICATOR OF PLANT SPECIES CAPABILITIES IN BIOMONITORING THE STATE OF THE ENVIRONMENT ACCORDING TO THE DATA OF THE PHENETIC ANALYSIS

A.F. Meysurova¹, O.A. Eremeeva¹, A.B. Savinov²

¹Tver State University, Tver

²N.I. Lobachevsky Nizhny Novgorod State University, Nizhny Novgorod

The fenetic diversity of *Aegopodium podagraria*, *Plantago major* and *Chelidonium majus* in three cities of Rzhevsk-Staritsky Volga area of Tver region was studied. The data characterizing the changes of fenetic diversity in plants by the gradient of environmental pollution are given. It was been found that among the examined species, it is reaonable to use *P. major* and *Ch. majus* in biomonitoring the assessment of the environment quality by means of phenotic analysis. Species show the greatest similarity between the maximum and minimum values of (μ , h , Cph) in the same biotopes, indicating their broader indicative capabilities. Rare hair dryers have been identified in *P. major* (PR8) and *Ch. majus* (2D), which can be used as markers of the ecological well-being of the studied territories.

Keywords: *Plantago major*, *Aegopodium podagraria*, *Chelidonium majus*, leaf phenes, heavy metals, pollution, phenotic analysis, phenofunds, Tver region, city of Rzhev, city of Zubtsov, city of Staritsa.

Об авторах:

МЕЙСУРОВА Александра Федоровна – доктор биологических наук, декан биологического факультета, заведующая кафедрой ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: alexandrauraz@mail.ru.

ЕРЕМЕЕВА Олеся Александровна – магистрант 2 года обучения по направлению 06.04.01 Биология (профиль Экология), ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: eremeeva.lesia1806@yandex.ru.

САВИНОВ Александр Борисович – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии Института биологии и биомедицины, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ), 603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, корп. 1, e-mail: sabcor@mail.ru.

Мейсурова А.Ф. Индикаторные возможности некоторых видов растений в биомониторинге состояния среды по данным фенетического анализа / А.Ф. Мейсурова, О.А. Еремеева, А.Б. Савинов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 127-138.

Дата поступления рукописи в редакцию: 27.05.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

УДК 58(092)
DOI: 10.26456/vtbio325

ГЛЯДЯ НА МИР, НЕЛЬЗЯ НЕ УДИВЛЯТЬСЯ (К ЮБИЛЕЮ ЛЮДМИЛЫ ВЛАДИМИРОВНЫ ПЕТУХОВОЙ)

**А.А. Нотов¹, А.Ф. Мейсурова¹, Е.Н. Степанова¹, В.А. Нотов^{2,1},
С.А. Иванова¹**

¹Тверской государственный университет, Тверь
²МБОУ СОШ № 3, пос. Редкино

31 июля 2023 г. исполнилось 85 лет со дня рождения замечательного педагога и ученого, кандидата биологических наук, доцента Людмилы Владимировны Петуховой. Она является талантливым исследователем-биоморфологом и внесла значительный вклад в развитие подходов к преподаванию ботаники.

Ключевые слова: юбилей, творческая биография, Людмила Владимировна Петухова, Тверской государственный университет, биоморфология, ботаника, методика преподавания ботаники.



31 июля 2023 г. исполнилось 85 лет замечательному педагогу и ученому, кандидату биологических наук, доценту кафедры ботаники Тверского государственного университета Людмиле Владимировне

Петуховой. Ее коллеги, все сотрудники биологического факультета, студенты разных выпусков относятся к ней с большим уважением и признанием. Удивительная широта ее интересов, блестящий талант лектора и педагога, неиссякаемая творческая энергия, безграничная любовь к студентам и друзьям, умение воодушевлять и объединять всех для решения важных дел вызывают искреннее восхищение и восторг. Людмила Владимировна на протяжении многих лет отдает все силы ученикам, развивает традиции уникальной отечественной биоморфологической школы, основателями которой являются И.Г. и Т.И. Серебряковы. Многочисленные поколения выпускников нашего университета, работающие в разных регионах России, учились у Л.В. Петуховой, а профессиональный рост практически всех сотрудников биологического факультета происходил с ее участием и поддержкой. Самые лучшие качества гармонично сочетаются у этого замечательного человека и педагога. Каждая встреча с ним дарит тебе потрясающий букет ярких свежих эмоций, среди которых изумление, восторг, особая щемлящая сердце радость. Понять секрет чарующего обаяния Людмилы Владимировны пока никому не удалось. По-видимому, он связан с особой живостью восприятия мира и потрясающей способностью находить и удивляться всему, что «ускользает от беглого взора». Рядом с ней афоризм Козьмы Пруtkова «Глядя на мир, нельзя не удивляться», который Людмила Владимировна нередко произносит, приобретает более глубокий смысл и значение. Возможно, и в ее замечательной биографии этот исключительный дар многое замечать и искренне восхищаться сыграл определенную роль.

Людмила Владимировна Петухова (Ширяева) родилась 31 июля 1938 г. в Ленинграде. В ее раннем детстве было много трагичного. В 1940 г. умерла мама – Екатерина Павловна Ширяева (Константинова). В 1941 г. погиб на фронте папа – Владимир Михайлович Ширяев. Воспитанием занимались дедушка и бабушка – Павел Константинович Константинов и Александра Яковлевна Яковлева (Константинова), которые жили в деревне Мосеево Старицкого уезда. Здесь пришлось перенести оккупацию и все тяготы военного времени. В 1945 г. Л.В. Ширяева стала учиться в школе в деревне Дарьино (рис. 1). Завершать обучение пришлось в Луковниково. Сельскохозяйственный труд и выращивание растений с детства стали любимым делом и приносили большую радость. Целеустремленность, живой огонь в глазах (рис. 2), умение многое видеть и искренне радоваться помогали в учебе.

В 1955 г. после окончания школы Людмила Владимировна поступила в Старицкий сельскохозяйственный техникум. С большим интересом она постигала основы агрономии и садоводства (рис. 1). К моменту получения диплома (1958 г.) техникум был переведен в город Калинин.



Рис. 1. Учеба и начало работы в КГПИ: в 3 классе школы (Дарьино, 1947 г.); на 3 курсе с/х техникума (1957 г.); руководитель практики студентов (Василево, 1972 г.)



Рис. 2. Ученица 8 класса Л.В. Ширяева (Луковниково, 1953 г.)

В 1958–1961 гг. Людмила Владимировна работала агрономом в колхозе «Восход» Старицкого района. Благодаря особому отношению к земле, растениям, проблемам развития своего колхоза она достигла высоких производственных показателей и в 1961 г. была награждена почетной грамотой Калининского обкома ВЛКСМ. Однако живой интерес к природе, растениям и биологии связал ее дальнейший жизненный путь с нашим вузом.

В 1961 г. Людмила Владимировна поступила в Калининский государственный педагогический институт им. М.И. Калинина. Училась она с большим интересом. Среди преподавателей института были замечательные педагоги и ученые – М.Л. Невский, А.А. Лебедев, В.Н. Замараев, В.А. Савинов, А.В. Гавеман (Нотов и др., 2017). Многие давали полевые практики и работа с живыми объектами. В 1966 г. Л.В. Петухова завершила обучение в КГПИ и получила диплом с отличием по специальности География и биология, в соответствии с которым ей была присвоена квалификация «Учитель географии и биологии и звание учителя средней школы».



Рис. 3. С коллегами и ведущими учеными:
I школа по теоретической морфологии (Ульяновск, 1977 г.);
международные конференции к 100-летию кафедры ботаники ТвГУ (Тверь, 2017 г.)
и к 100-летию Т.И. Серебряковой (Киров, 2022 г.)

В 1966 г. после нескольких месяцев преподавания в школе Людмила Владимировна была оформлена на должность ассистента кафедры ботаники КГПИ им. М.И. Калинина. Уже 57 лет она является сотрудником нашей кафедры. Ни один из этапов жизни факультета и кафедры за этот более чем полувековой период нельзя представить без Людмилы Владимировны, ее творческой активности, разноплановой деятельности, кропотливой и самоотверженной работы со студентами. В том, что образование и наука достигли у нас на факультете высокого уровня, сохраняют и развивают лучшие традиции, во многом заслуга Л.В. Петуховой. Никакая многотомная летопись и энциклопедия не в состоянии отразить даже основные вехи этого замечательного пути. Отметим лишь некоторые наиболее важные даты и события.

Сразу после прихода на кафедру ботаники КГПИ Л.В. Петухова активно включилась в жизнь ее коллектива. Многие выпускники этого периода восторженно вспоминают ее лекции, лабораторные занятия и великолепные полевые практики (рис. 1).

Дальнейшую судьбу Людмилы Владимировны определило во многом прохождение аспирантуры в МПГИ им. В.И. Ленина и работа над диссертацией, которая выполнена под руководством выдающегося биоморфолога Татьяны Ивановны Серебряковой. Аспирантуру Л.В. Петухова закончила в 1976 г., а в 1980 г. успешно защитила работу по теме «Сравнительно-морфологические исследования жизненных форм некоторых моноподиально-розеточных растений семейства Rosaceae». Это погружение в атмосферу исключительной увлеченности и преданности образованию и науке кафедры МПГИ, которой заведовал профессор Алексей Александрович Уранов, прикосновение к истокам уникальных отечественных научных школ, возникших в рамках популяционно-онтогенетического направления, имело решающее значение в профессиональном росте Л.В. Петуховой. Восторженное отношение к структуре растения, безудержная страсть к ее познанию, характерные для Т.И. Серебряковой, были очень близки Людмиле Владимировне, а моноподиально-розеточные розоцветные, которым посвящена диссертация Л.В. Петуховой, представляли совсем еще непознанную архитектурную модель. Это позволило сделать крайне интересную работу, связанную не только со структурной ботаникой, но и с разными аспектами онтогенеза и эволюции жизненных форм (Петухова, 1974а, б, 1975б, 1977, 1978, 1979, 1980а, б; Серебрякова, Петухова, 1978). Татьяна Ивановна была крайне одаренным во всех отношениях человеком, с удивительно тонким внутренним миром, глубоким и одержимым ученым, великолепным педагогом (Петухова, 2022а). Это оказало существенное влияние на Л.В. Петухову, которая трепетно относится к традициям отечественной биоморфологической школы Серебряковых и достойно развивает их в нашем университете. Все мы очень признательны Людмиле Владимировне за эту живую

связь с одной из наиболее ярких и оригинальных российских научных школ, за возможность продолжать исследования, развивающие идеи ее основателей (Нотов и др., 2017). Мы гордимся также тем, что Л.В. Петухова была ученицей Т.И. Серебряковой, вместе с ней принимала участие в работе самого масштабного в истории XII Международного ботанического конгресса (Петухова, 1975б), I школы по теоретической морфологии растений (рис. 3). Рядом с Людмилой Владимировной мы реально ощущаем чарующую влюбленность в тайны разворачивания почек, свойственную Татьяне Ивановне, испытываем чувство восторга от рождающегося на доске в ходе чтения лекции рисунка, сделанного обычным мелом. Нас всегда вдохновляют горящие глаза и увлеченный взгляд Людмилы Владимировны, дающие возможность заметить что-то необычное у знакомых растений. Все это так характерно было для Т.И. Серебряковой, и все это так великолепно делает Л.В. Петухова.

Исключительная увлеченность ботаникой и учебным процессом способствовали быстрому профессиональному росту Л.В. Петуховой. С каждым днем лекции, лабораторные работы, практики становились все более яркими, глубокими, многогранными. Прекрасные поездки в Бадхыз, Закарпатье, Абхазию, Зааминский и Репетекский заповедники, Прибалтику и во многие другие места и регионы. В 1981 г. ее перевели на должность доцента, а в 1988–1993 гг. она выполняла обязанности заместителя декана факультета. В этот период ею многое сделано для повышения уровня учебного процесса, реализации хоздоговорных тем, расширения тематики исследований. Вместе с Т.В. Кузнецовой в 1992 г. она организовала VII Школу по теоретической морфологии растений по теме «Филлом: структура, онтогенез, эволюция» в Бологое, среди участников которой впервые в истории этих школ был зарубежный ученый. Появляется традиция проведения учебных игр и праздников (Нотов и др., 2002; Петухова и др., 2004). Великолепные КВНы, брейн-ринги, посвящения в рыцари природы, кафедральные огоньки (рис. 4). В 1999–2000 гг. Л.В. Петухова руководила грантом РФФИ, в рамках которого изучены архитектурные модели и жизненные формы бобовых. На средства гранта было приобретено новое оборудование для кафедры.

В 2002–2007 гг. Л.В. Петухова заведовала кафедрой ботаники. Ею организована прекрасная дальняя практика в Оренбургском заповеднике, созданы новые учебные курсы, развиваются кафедральные традиции. Ее участие в Красной книге Тверской области позволило корректно описать особенности биоморфологии редких видов, дать необходимые ссылки на соответствующие публикации (Дементьева и др., 2002). Эта была одна из первых Красных книг с точной характеристикой жизненных форм.

Все последующие годы Л.В. Петухова также активно участвует не только в жизни кафедры и факультета, но и Тверского региона в целом. Крайне сложно перечислить даже основные формы ее работы, дела, достижения. Многие из них связаны с открытием на факультете новых направлений (35.03.01 Лесное дело и 35.03.05 Садоводство).



Рис. 4. На кафедральных мероприятиях и праздниках:
КВН студентов (1993 г.); день Биолога (2022 г.), на своем 85-летнем юбилее (2023 г.)

Результаты по каждому из них весомы и масштабны. Людмила Владимировна всегда сразу откликается на любые просьбы, связанные с возникающими вопросами и консультациями, выполняет их крайне ответственно и добросовестно. Благодаря этому мы, ее коллеги, часто не знаем о многих делах, которые она делает или собирается сделать. Иногда подобные контакты перерастают в многолетние связи и сотрудничество. Например, уже более 20 лет Л.В. Петухова ведет в газете «Местное время. Тверь» рубрику «Все в сад!», и почти для каждого номера пишет замечательные репортажи. Они в популярном стиле, но поражают высоким профессиональным уровнем, широтой тематики, охватывающей проблемы внедрения новых нетрадиционных культур, ухода за растениями, их практического применения, сведения о болезнях и вредителях, сезонных работах в саду и многое другое. Данный в списке ее трудов перечень даже последних статей из газеты (Петухова, 2019, 2020, 2021, 2022б, 2023) уже позволяет оценить значимость и оригинальность этой рубрики. Многие читатели газеты покупают ее только ради знакомства с репортажами Л.В. Петуховой. Если собрать все написанные ею заметки, то получится многотомное издание! Жаль, что это не сделано. Появилась бы живая энциклопедия о саде и огороде, разных растениях и их роли в нашей жизни.

В качестве примеров отметим еще некоторые формы работы. Среди них организация курсов «Ландшафтного дизайна» для жителей Твери и региона, многочисленных конкурсов, проектов по озеленению разнообразных объектов вместе со студентами ТвГУ. Л.В. Петухова всегда подключается к разным мероприятиям Министерства природных ресурсов и экологии, лесного хозяйства Тверской области. Среди них «Зеленый десант», «Всероссийский день посадки леса». Она регулярно участвует в проведении Всероссийской олимпиады школьников, в конференциях школьников «Шаг в будущее», в работе областных слетов Тверской областной станции юннатов, научно-познавательных лекториев Областной библиотеки им. М. Горького. Она активнее всех на конкурсах и праздниках, проводимых на факультете. В их числе чемпионат «Worldskills Russia», «День Биолога» и многое другое (рис. 4). Людмила Владимировна – победитель конкурса «Куратор года», член РБО, ученого совета и учебно-методической комиссии факультета. «Перечислять ее деянья – что звезды на небе считать...». Невозможно представить, как она успевает решать одновременно так много разных задач. Для нее практически нет непреодолимых препятствий. Наравне со всеми сотрудниками кафедры Людмила Владимировна освоила специфику электронной образовательной среды, принимает участие в создании электронных курсов. Она – пример для нас во всем.

Вызывает удивление и широта ее научных интересов, умение мгновенно находить новые необычные объекты и темы, видеть их

связи с разными аспектами морфологии растений. Л.В. Петухова – известный биоморфолог, замечательный специалист в области структурной ботаники. Она многое сделала для изучения жизненных форм травянистых розоцветных (Петухова, 1974а, б, 1975б, 1977, 1978, 1979, 1980а, б, 1984, 1985, 1988, 1994; Серебрякова, Петухова, 1978; Черноброва, Петухова, 1991; Тихомиров и др., 1995; Петухова, 2000а, б). Другим значимым для нее модельным таксоном стали бобовые (Петухова, Нотов, 1994; Черноброва, Петухова, 1999; Петухова, 2003; Петухова, Черноброва, 2003а, б, 2005; Петухова, Степанова, 2017). Поражает разнообразие и перечень прочих изученных объектов. Среди них *Bistorta officinalis* Delarbre, *Convolvulus arvensis* L., *Cyperus esculentus* L., *Lunaria rediviva* L., *Oxalis tetraphylla* Cav. *Phyteuma nigrum* F.W. Schmidt, *Potamogeton pectinatus* L., виды родов *Rosa* L., *Rubus* L., хвойные, папоротники (Петухова, Лапиров, 1982; Петухова Л., Петухова О., 1989; Петухова, Степанова, 2009, 2010б, 2017, 2019, 2022; Петухова, Тонкошуров, 2021; Петухова и др., 2021б, 2022, 2023). Людмила Владимировна проводит комплексные структурные исследования, включая изучение особенностей анатомии (Петухова, 1974б, 1975а, 1979; Петухова Л., Петухова О., 1989; Петухова, Степанова, 2015, 2016б, 2022; Петухова, Тонкошуров, 2021; Петухова и др., 2021б, в).

Людмилу Владимировну интересуют также корневые системы (Петухова, Степанова, 2012, 2018а, б) и различные общие проблемы, связанные с биоморфологией. Среди них корреляции в структуре растения (Петухова, 1994; Петухова, Степанова, 2012, 2016б), гетероспермия (Петухова, Степанова, 2016а), корнеотпрысковость (Петухова, Степанова, 2010а).

Биоморфологический анализ дополнил проводимые на кафедре исследования охраняемых видов растений и полемохоров (Дементьева и др., 2002; Петухова, 2003; Петухова, Черноброва, 2003б; Петухова и др., 2003, 2021в; Дубашова и др., 2016; Петухова, Степанова, 2022). В связи с комплексным изучением полемохоров взгляд биоморфолога на поливариантность в ценопопуляциях растений этой группы позволил получить очень интересные результаты (Нотов и др., 2020, 2021а, б, 2022а, б, в; Петухова и др., 2021в; Петухова, Степанова, 2022).

Важным для развития биоморфологии и понимания ее роли в познании биоразнообразия можно считать участие Л.В. Петуховой в организации международных Школ по теоретической морфологии растений и конференций (1992 г., VII Школа, Бологое; 2008 г., VIII Школа, Тверь; конференции 2012 и 2017 гг., Тверь) (Нотов и др., 2009, 2017). Весомые результаты получены в ходе реализации гранта РФФИ «Жизненные формы и модели побегообразования в семействе Leguminosae», которым она руководила. Людмила Владимировна принимала участие в коллективных монографиях по биоморфологии

растений (Степанова, Петухова, 2008; Петухова, Степанова, 2010а, б, 2022; Нотов и др., 2022в; Петухова, 2022а), а также в написании очерков для «Биологической флоры Московской области» (Тихомиров и др., 1995; Петухова, 2000а, б; Петухова, Черноброва, 2003).

Однако этот перечень не исчерпывает весь спектр направлений исследований, которые были интересны Людмиле Владимировне. Они посвящены «трюфельным» грибам, почвам, кинетике аутоокисления адреналина в присутствии хлорогеновой кислоты (Курочкин, Петухова, 2019; Малютина и др., 2020а, б; Васильев, Петухова, 2022).

Еще большая широта тем характерна для курсовых работ, ВКР, магистерских диссертаций, которые выполняются под руководством Л.В. Петуховой. Она может находить темы и объекты мгновенно, бросив свой острый взгляд в окно, на вазон с растущим комнатным растением, на оказавшееся в аудитории яблоко или лист растения, которые поражены какой-нибудь болезнью или вредителем. При этом Людмила Владимировна удивительно виртуозно использует свой уникальный потенциал исследователя и биоморфолога. Общее число учебных и учебно-методических работ с ее участием значительное (Нотов и др., 2002; Петухова и др., 2004; Степанова, Петухова, 2017, 2019; Степанова и др., 2017, 2019; Ульянова и др., 2017; Мейсурова и др., 2018, 2019а, в, 2020а, б; Иванова и др., 2019; Лесные ..., 2019; Нотов и др., 2023). Они посвящены разным дисциплинам и проблемам.

Приводя данные ссылки и сведения, мы в очередной раз отмечаем, что это лишь небольшая часть того, что было ею сделано, прочувствовано, реализовано. Пытаясь выделить особо важные и запоминающиеся события, дела, поездки, результаты, мы неизбежно понимаем, что ее творческая биография необъятна и многогранна. И даже часть жизненного пути, связанная с Тверским университетом, это уже целая эпоха в развитии вуза, факультета, кафедры ботаники, высшего образования в нашем регионе, эпоха замечательная и весьма значимая. Совершенно невозможно указать всех учеников Л.В. Петуховой, перечислить все поездки и экспедиции, практики и конференции, теплые встречи и совместные дела. Все это вместе образует особый удивительный мир, в котором мы выросли и живем, и главное – мы можем радоваться тому, что он прекрасен. О нем следует писать романы, статьи, делать репортажи. Однако они будут лишь отдельными штрихами к портрету горячо любимого нами человека.

Обаяние Людмилы Владимировны не имеет границ. Будучи очень одаренным человеком, она всегда необычайно скромна и требовательна к себе. К комплиментам она относится скептически, и редко позволяет друзьям в полной мере выразить свое восхищение. Порой, мы и сами не до конца осознаем силу воздействия ее ауры. И более того, кажутся совершенно непонятными удивительная свежесть

ее взгляда, потрясающая живость реакции на все, вечно юный огонь в ее глазах, совершенно особое умение очаровывать и удивлять. Много раз она покоряла всех яркими образами, создаваемыми ею на огоньках и карнавалах нашей кафедры. Истинное наслаждение получали те, кто видел ее в роли Снегурочки, танцующего поросенка, прекрасной дамы в бальном платье. Она была неотразима как ведущая КВН (рис. 4) и интеллектуальных игр. Рядом с ней всегда испытываешь состояние особого душевного подъема. Любая ее эмоциональная реакция очень чистая, искренняя, яркая и поражает окружающих. Исключительно выразительны произнесенные Людмилой Владимировной афоризмы, а фраза «трудно жить на свете пастушонку Пете» из «Сказки ...» С.А. Есенина трогает до глубины души. В ее исполнении песня «У девушки с острова Пасхи ...» полна глубокого трагизма и печали. У Людмилы Владимировны всегда есть новая загадка. Это может быть коварный вопрос или неожиданная новость. Особенно завораживает очередное блюдо, приготовленное ею из «экзотических» ингредиентов, отгадать состав которого мало кому удастся. Однако главный сюрприз в том, что дегустация позволяет загадывать заветное желание, которое должно исполниться. Людмила Владимировна сказочно гостеприимна. У нее в гостях всегда получаешь истинное наслаждение от общения и встречи.

Людмила Владимировна очень чуткий верный друг, который готов помочь и поддержать в любую минуту. Ее любовь к людям делает чудеса. Она способна дарить ее даже тому, кто не вполне этого заслуживает. Все это в сочетании с умением радоваться жизни, видеть яркое и новое в обычном, искренне удивляться помогает ей правильно относиться к проблемам. Несмотря на большие перемены в обществе и образовании, она по-прежнему нежно любит всех студентов, коллег, готова щедро дарить свои знания, помогать, давать мудрые советы. Возможно, в этом секрет ее оптимизма, удивительной молодости души.

Невозможно без восторга вспоминать праздник, посвященный ее 85-летнему юбилею. Людмила Владимировна была фантастически прекрасна и обаятельна (фото 4 и фото на титульной странице). Она была полна необычайной свежести и задора. В этот знаменательный день она сделала всем нам бесценный подарок. В сочиненной ею прекрасной песне был раскрыт для нас «рецепт» долголетия, который люди искали веками, но пока так и не нашли. С любовью и глубокой признательностью мы приводим слова этой песни:

*«Тик-так, так-тик, годы так быстро проносятся,
Тик-так, так-тик, лето сменяется осенью,
Тик-так, так-тик, что же печалиться,
Зима пройдет, зима пройдет, весна возвращается.
Тик-так, так-тик, природа всегда обновляется,
Тик-так, так-тик, новая жизнь зарождается,
Тик-так, так-тик, важно сознание
Возраст – это не столько года – души состояние.*

*Тик-так, так-тик, с годами забот прибавляется,
Тик-так, так-тик, а жизнь не всегда улыбается,
Тик-так, так-тик, какие сомнения,
Отдых – это совсем не диван, а смена движения» (Л.В. Петухова, июль 2023 г.).*

Когда мы поделились радостной новостью о прошедшем юбилее с нашими коллегами-ботаниками и послали некоторые фото, они вместе с самыми добрыми пожеланиями в полном недоумении написали в письме: «... с большим удивлением узнали о юбилее Л.В. Петуховой, как-то очень неожиданно много ей лет...».

Нам кажется, что ее умение искренне изумляться и радоваться чудесным образом воплотилось в ней самой. Рядом с ней особенно явно ощущаешь, что «глядя на мир, нельзя не удивляться»!

Мы сердечно благодарим Людмилу Владимировну за свет и тепло, которые она излучает. Для нас она неиссякаемый источник оптимизма и новых идей. Искренне желаем ей доброго здоровья, сил, творческого вдохновения и благополучия во всем!

Авторы выражают глубокую благодарность А.А. Колонтаевой за помощь в составлении библиографического списка.

Список избранных работ Л.В. Петуховой

- Петухова Л.В.* 1974а. Большой жизненный цикл манжетки пастушьей (*Alchemilla pastoralis* Buser) // Экология и физиология растений. Калинин: КГУ. Вып. 1. С. 3-13.
- Петухова Л.В.* 1974б. Некоторые анатомические особенности *Geum urbanum* L. // Ростовые вещества и рост растений. Калинин: КГУ. С. 34-42.
- Петухова Л.В.* 1975а. Анатомические особенности в онтогенезе *Sanguisorba officinalis* L. // Экология и физиология растений. Калинин: КГУ. Вып. 2. С. 49-61.
- Петухова Л.В.* 1975б. Структурные особенности некоторых моноподпально-розеточных растений // Тез. докл. XII Междунар. бот. конгресса. Л. С. 261.
- Петухова Л.В.* 1977. Онтогенез и структура системы побегов манжетки пастушьей (*Alchemilla pastoralis* Buser) // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 82. Вып. 3. С. 120-129.
- Петухова Л.В.* 1978. К ритму развития некоторых моноподиально-розеточных растений // Экология и физиология растений. Калинин: КГУ. С. 52-59.
- Серебрякова Т.И., Петухова Л.В.* 1978. «Архитектурная модель» и жизненные формы некоторых травянистых розоцветных // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 3. Вып. 6. С. 51-65.
- Петухова Л.В.* 1979. Некоторые анатомические особенности манжетки пастушьей // Экология растений южной тайги. Калинин: КГУ. С. 43-47.
- Петухова Л.В.* 1980а. Сравнительно-морфологическое исследование жизненных форм некоторых моноподиально-розеточных растений семейства Rosaceae: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 12 с.
- Петухова Л.В.* 1980б. Сравнительно-морфологические исследования жизненных форм некоторых моноподиально-розеточных растений семейства Rosaceae: дис. ... канд. биол. наук. М. 214 с.
- Петухова Л.В., Лапиров А.Г.* 1982. Некоторые биоморфологические особенности рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus*) // Взаимоотношения компонентов

- биоценозов в южнотаежных ландшафтах. Калинин: КГУ. С. 77-83.
- Петухова Л.В.* 1984. Особенности ритма развития растений в связи с их происхождением // Взаимоотношение компонентов биогеоценозов в южнотаежных ландшафтах. Калинин: КГУ. С. 61-67.
- Петухова Л.В.* 1985. Особенности онтоморфогенеза гравилата городского (*Geum urbanum* L.) // Взаимоотношения компонентов биогеоценозов в южной тайге. Калинин: КГУ. С. 150-162.
- Петухова Л.В.* 1986. Особенности побегообразования лунника оживающего // Взаимоотношения компонентов биогеоценозов в южной тайге. Калинин: КГУ. С. 34-37.
- Петухова Л.В.* 1988. Онтогенез и жизненная форма кровохлёбки лекарственной // Флора и растительность южной тайги. Калинин: КГУ. С. 17-25.
- Петухова Л.В., Петухова О.Б.* 1989. Анатомические особенности горца змеиного // Флора и растительность южной тайги. Калинин: КГУ. С. 123-127.
- Черноброва О.Б., Петухова Л.В.* 1991. Особые случаи бокового ветвления моноподиально-розеточных растений // Флора и растительность южной тайги. Тверь: ТвГУ. С. 96-99.
- Петухова Л.В.* 1994. К вопросу о корреляциях в теле растений // Флора и растительность Тверской области. Тверь: ТвГУ. С. 68-75.
- Петухова Л.В., Нотов В.А.* 1994. Модели побегообразования в роде *Trifolium* L. s.l. // Успехи экологической морфологии растений и ее влияние на смежные науки. М.: Прометей. С. 37-38.
- Тихомиров В.Н., Нотов А.А., Петухова Л.В., Глазунова К.П.* 1995. Род Манжетка // Биологическая флора Московской области. Вып. 10. М.: Аргус. С. 83-119.
- Петухова Л.В.* 1996. К биоморфологии стальника полевого // Флора и растительность южной тайги. Тверь: ТвГУ. С. 22-31.
- Черноброва О.Б., Петухова Л.В.* 1999. Варианты моноподиально-розеточной модели побегообразования в трибе Trifolieae (сем. Fabaceae) // Тр. VI Междунар. конф. по морфологии растений памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых. М.: МПГУ. С. 216-217.
- Петухова Л.В.* 2000а. Гравилат городской // Биологическая флора Московской области. Вып. 14. М.: Гриф и К°. С. 112-127.
- Петухова Л.В.* 2000б. Гравилат речной // Биологическая флора Московской области. Вып. 14. М.: Гриф и К°. С. 128-142.
- Дементьева С.М., Меньщикова М.В., Наумцев Ю.В., Нотов А.А., Пажетнова Л.В., Петухова Л.В., Поташкин С.П., Пушай Е.С., Смирнов А.В., Сорокин А.С., Томашевская Л.Б., Тюсов А.В.* 2002. Отдел Покрытосеменные – Magnoliophyta // Красная книга Тверской области. Тверь: Вече Твери; АНТЭК. Раздел 1.6. С. 48-122.
- Нотов А.А., Петухова Л.В., Катаускайте Л.А.* 2002. О способах повышения эффективности учебного процесса по биологическим дисциплинам // Процесс обучения и воспитания: содержание и методы реализации: Материалы науч.-метод. конф. посвящ. 30-ти летию Твер. гос. ун-та, 22 окт.– 1 нояб. 2001 г. Тверь: ТвГУ. Ч. 1. С. 59-65.
- Петухова Л.В.* 2003. Некоторые биоморфологические особенности гладыша широколистного в Тверской области // Ботанические исследования в Тверском регионе. Вып. 1. Тверь: ГЕРС. С. 94-99.
- Петухова Л.В., Черноброва О.Б.* 2003а. Особенности побегообразования у однолетних клеверов // Ботанические исследования в Тверском регионе.

- Вып. 1. Тверь: ГЕРС. С. 108-115.
- Петухова Л.В., Черноброва О.Б. 2003б. Стальник полевой // Биологическая флора Московской области. Вып. 15. М.: Гриф и К°. С. 98-113.
- Петухова Л.В., Черноброва О.Б., Нотов А.А. 2003. О биоморфологии чины гладкой (*Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Green.) // Ботанические исследования в Тверском регионе. Вып. 1. Тверь: ГЕРС. С. 100-107.
- Петухова Л.В., Нотов А.А., Катаускайте Л.А., Степанова Е.Н. 2004. Методы повышения эффективности учебного процесса // Тр. VII Междунар. конф. по морфологии растений, посвящ. памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых. М.: МПГУ. С. 194-195.
- Петухова Л.В. 2005. Основные направления научных исследований на кафедре ботаники Тверского государственного университета: история становления // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 1. № 4 (10). С. 110-112.
- Петухова Л.В., Черноборова О.Б. 2005. Жизненные формы и модели побегообразования в роде *Trifolium* L. s.l. // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1. С. 113–116.
- Петухова Л.В., Черноброва О.Б., Степанова Е.Н. 2007. Варианты структуры побегов однолетних растений // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 5. С. 151-154.
- Антонова И.С., Байков К.С., Байкова Е.В., Белова О.А., Бобров Ю.А., Быструшкин А.Г., Валуйских О.Е., Вишницкая О.Н., Гатцук Л.Е., Гетманец И.А., Гниловская А.А., Жукова Л.А., Зайцева Ю.В., Илюшечкина Н.В., Колчанова О.В., Колясникова Н.Л., Костина М.В., Круглова Н.Н., Кузнецова С.Б., Кузьменко И.Н. и др. 2008. Современные подходы к описанию структуры растения: [Коллективная монография]. Киров: Лобань. 355 с.
- Нотов А.А., Дементьева С.М., Петухова Л.В. 2008. Меристемы, модули, побеги в разных царствах живых организмов: Материалы XI Междунар. Школы по теоретической морфологии растений // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 9. № 25 (85). С. 9.
- Степанова Е.Н., Петухова Л.В. 2008. Некоторые варианты заложения придаточных корней // Современные подходы к описанию структуры растения. Разд. 7.2. Киров: Лобань. С. 285-287.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н. 2009. Особенности побегообразования *Superus esculentus* L. // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 15. С. 122-126.
- Нотов А.А., Дементьева С.М., Петухова Л.В., Степанова Е.Н. 2009. XI Международная Школа по теоретической морфологии растений «Меристемы, модули, побеги в разных царствах живых организмов» (Тверь, 10–16 нояб. 2008 г.) // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 11. № 2. С. 144-148.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н. 2010а. К вопросу о корнеотпрысковости кустарников // Биологические типы Х. Раункиера и современная ботаника. Киров: Изд. ВятГГУ. С. 259-261.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н. 2010б. О жизненной форме *Oxalis tetraphylla* Cav. // Биологические типы Х. Раункиера и современная ботаника. Киров: Изд. ВятГГУ. С. 261-264.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н. 2012. Влияние корневой системы на формирование придаточных почек на гипокотиле // Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию каф. ботаники ТвГУ (Тверь, 21–24 нояб. 2012 г.). Тверь. С. 199-201.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н. 2015. Разнообразие анатомической структуры

- корней в пределах корневой системы // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4. С. 167-172.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2016а. Значение количественной гетероспермии в жизни растений // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3. С. 104-111.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2016б. О корреляциях в анатомической структуре корневища и придаточных корней // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2. С. 44-52.
- Дубашова Т.И., Кириллова Т.М., Кравченко Е.В., Кравченко П.Н., Легоньков А.Е., Марков М.В., Наумцев Ю.В., Петухова Л.В., Пушай Е.С., Сорокин А.С., Спирина У.Н., Томашевская Л.Б., Тюсов А.В., Филиппова Р.В., Хомутовский М.И.* 2016. Высшие растения – Embryobionta // Красная книга Тверской области. 2-е изд., перераб. и доп. Тверь: Тверской Печатный Двор, С. 23-142.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2017. К вопросу о ветвлении бобов русских (*Vicia faba* L.) // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3. С. 86-90.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2017. О жизненной форме выюнка полевого // Биоразнообразие: подходы к изучению и сохранению: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию кафедры ботаники ТвГУ (Тверь, 8–11 нояб. 2017 г.). Тверь: ТвГУ. С. 309-311.
- Маркова В.Э., Петухова Л.В., Катаускайте Л.А.* 2017. Флористический состав и эколого-ценотические особенности лишайников п. Городок Лесного района Тверской области. // Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Инновационный центр развития образования и науки. С. 43-45.
- Нотов А.А., Мейсурова А.Ф., Петухова Л.В., Иванова С.А., Зуева Л.В., Андреева Е.А., Спирина У.Н., Степанова Е.Н.* 2017. Роль кафедры ботаники Тверского университета в изучении биоразнообразия: традиции и перспективы // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4. С. 203-231.
- Степанова Е.Н., Петухова Л.В.* 2017. Формирование элементов некоторых компетенций у студентов направления 35.03.01 Лесное дело // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1. С. 295-298.
- Степанова Е.Н., Петухова Л.В., Широбокова А.А.* 2017. Использование инструментального метода для определения состояния дерева // Популяционно-онтогенетические исследования и проблема сохранения лесных экосистем // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Киров, 15–19 мая 2017 г.). Киров: Радуга-ПРЕСС. С. 319-324.
- Ульянова Л.А., Петухова Л.В., Иванова С.А.* 2017. Проблемы экологического образования в школах г. Твери // Экологическое образование Тверской области в условиях перехода к модели устойчивого развития России и региона: материалы регион. науч.-практ. конф.. Тверь. С. 86-87.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2018а. К вопросу об интенсивности корневых систем цветочно-декоративных растений // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1. С. 131-137.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2018б. Разнообразие корневых систем травянистых растений // Ботаника в современном мире: труды XIV Съезда Русского ботанического общества. Махачкала: АЛЕФ, С. 196-197.
- Мейсурова А.Ф., Степанова Е.Н., Иванова С.А., Петухова Л.В., Зуева Л.В., Андреева Е.А.* 2018. Чемпионаты «Worldskills Russia» как средство развития компетентного подхода в высшей школе // Систематические и

- флористические исследования Северной Евразии: материалы II междунар. конф. (к 90-летию со дня рождения проф. А.Г. Еленевского). М. С. 118-121.
- Петухова Л.В.* 2019. Карликовые яблони предпочтительнее. Карликовыми саженцы можно сделать самим. Доктор чеснок. Давайте вырастим черемшу. Давайте проверим: семена лечат. Какая морковь лучше. Расширяем ассортимент. Поможем косточковым. Поливаем правильно. Чтобы земляники было много. Как сформировать огурцы для лучшего плодоношения! Как кормить огурцы. Главное – плодородная почва. Ароматы с грядок. Карнавальная окраска. Меры против фитофтороза. Не спешите с посадкой чеснока. Арбуз и косметика. Заготовим петрушку на зиму. О хранении овощей. Как сохранить чеснок. Целитель в ноябре. Готовимся к весенней прививке. Физалис – ценная культура. Черемша – медвежий лук // Местное время. Тверь: Все в сад! № 2, 4, 6, 8, 11, 12, 14, 16, 19, 20, 23, 24, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 41, 43, 45, 46, 49, 51.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2019. Некоторые закономерности годичного прироста у хвойных пород // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Киров: Вятский гос. ун-т. С. 346-349.
- Иванова С.А., Степанова Е.Н., Мейсунова А.Ф., Петухова Л.В., Андреева Е.А.* 2019. Электронные образовательные ресурсы как средство повышения эффективности учебного процесса // Материалы X Междунар. конф. по экологической морфологии растений, посвящ. памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых (Москва, 27–30 нояб. 2019 г.). Т. 2. М.: МПГУ. С. 20-24.
- Курочкин С.А., Петухова Л.В.* 2019. Представители «трюфельных» грибов на территории Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4 (56). С. 117-120.
- Лесные экосистемы Тверской области: рациональное использование, охрана и мониторинг.* 2019: On-line курс / А.Ф. Мейсунова, С.А. Иванова, Л.В. Зуева, У.Н. Спирина, С.А. Курочкин, А.А. Нотов, Е.Н. Степанова, Л.В. Петухова, Е.А. Андреева, В.А. Нотов, П.В. Кратович [Тверь]. Свидетельство о депонировании в n'RIS № 675-567-876. Дата регистрации в АО «Национальный Реестр интеллектуальной собственности» 04.12.2019.
- Малютина И.Г., Волков В.А., Лапина Г.П., Лихуща П.С., Петухова Л.В.* 2019а. Кинетические характеристики реакции аутоокисления адреналина в присутствии антиоксидантов растительного происхождения // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: сб. тр. 7-й науч. конф. с междунар. участием. С. 235-241.
- Малютина И.Г., Волков В.А., Мисин В.М., Лапина Г.П., Лихуща П.С., Петухова Л.В.* 2019б. Кинетика аутоокисления адреналина в присутствии хлорогеновой кислоты // Окисление, окислительный стресс, антиоксиданты: лекции и тезисы. С. 236-237.
- Мейсунова А.Ф., Иванова С.А., Зуева Л.В., Спирина У.Н., Курочкин С.А., Нотов А.А., Степанова Е.Н., Петухова Л.В., Андреева Е.А., Нотов В.А., Кратович П.В.* 2019а. Биоразнообразие лесных экосистем Тверской области: учеб. пособие для студ. бакалавриата направления 35.03.01. Лесное дело. Тверь: ТвГУ. 142 с.
- Мейсунова А.Ф., Иванова С.А., Степанова Е.Н., Зуева Л.В., Петухова Л.В., Андреева Е.А., Нотов А.А., Курочкин С.А., Спирина У.Н., Кратович П.В., Нотов В.А.* 2019б. Флористика как искусство и культурная традиция: учеб. пособие для студ. бакалавриата направления 35.03.05 Садоводство. Тверь: ТвГУ, 154 с.

- Мейсурова А.Ф., Степанова Е.Н., Иванова С.А., Зуева Л.В., Спирина У.Н., Петухова Л.В., Андреева Е.А., Кратович П.В., Нотов В.А.* 2019в. О подходах к созданию электронных образовательных ресурсов по направлению лесное дело с материалами о региональном биоразнообразии // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(56). С. 121-134.
- Степанова Е.Н., Петухова Л.В.* 2019. О подготовке специалистов лесного хозяйства в Тверском регионе // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Киров: ВятГУ. С. 373-376.
- Степанова Е.Н., Петухова Л.В., Мейсурова А.Ф., Иванова С.А., Зуева Л.В., Андреева Е.А.* 2019. Значение биоморфологии для ландшафтного и флористического дизайна // Материалы X Междунар. конф. по экологической морфологии растений, посвящ. памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых (Москва, 27–30 нояб. 2019 г.). Т. 3. М.: МПГУ. С. 77-81.
- Петухова Л.В.* 2020. Для хорошей рассады нужна «живая вода». Корневой сельдерей. Модная травка – рукола. Чеснок на защите растений. Как правильно посадить смородину? Находка для овощевода. Секрет георгинов. Есть ли правила борьбы с сорняками? Подручные средства для борьбы с болезнями и вредителями. Угодите капризной груше. За грибами – в сад! Сорняки – в удобрение. Томаты – уход по блату. Слизни – серьезные вредители. Вынужденная пересадка. Фитофтора еще не приговор. Бобы нужно выращивать. Королева осени – дыня. Пустите ежевику в сад. Орех на участке. Заморские заморыши. Огурцы зимой – миф или реальность? Чай утром и вечером // Местное время. Тверь: Все в сад! № 3, 4, 7, 10, 12, 16, 17, 20, 21, 23, 25, 29, 30, 32, 34, 36, 41, 42, 45, 47, 49, 52.
- Малютина И.Г., Волков В.А., Лапина Г.П., Лихуша П.С., Петухова Л.В.* 2020а. Концентрационные эффекты ингибирующего действия антиоксидантов растительного происхождения в модельной системе аутоокисления адреналина // Биоантиоксидант: материалы X Междунар. конф., посвящ. 105-летию со дня рождения акад. Н.М. Эмануэля. М. С. 54-55.
- Малютина И.Г., Волков В.А., Мисин В.М., Лихуша П.С., Лапина Г.П., Петухова Л.В.* 2020б. Способ оценки антиоксидантной активности биологически активных препаратов: Патент на изобретение 2738302 С1, 11.12.2020. Заявка № 2020119631 от 08.06.2020.
- Мейсурова А.Ф., Кратович П.В., Иванова С.А., Спирина У.Н., Зуева Л.В., Нотов А.А., Курочкин С.А., Петухова Л.В., Андреева Е.А., Степанова Е.Н.* 2020а. Основы флористики по стандартам World Skills: База данных. Свидетельство о гос. регистрации базы данных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности № 2020620755. Заявка № 2020620621. Дата поступления 27.04.2020 г. Дата гос. регистрации в Реестре баз данных 30.04.2020 г.
- Мейсурова А.Ф., Кратович П.В., Спирина У.Н., Зуева Л.В., Нотов А.А., Курочкин С.А., Петухова Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А., Степанова Е.Н., Нотов В.А.* 2020б. Лесные экосистемы Тверской области: рациональное использование, охрана и мониторинг: База данных. Свидетельство о гос. регистрации базы данных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности № 2020621373. Заявка № 2020621256. Дата поступления 03.08.2020 г. Дата гос. регистрации в Реестре баз данных 06.08.2020 г.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Петухова Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А.* 2020. О полемохорных популяциях *Colchicum autumnale* // Вестн. ТвГУ. Сер.

Биология и экология. № 4 (60). С. 95-105.

- Петухова Л.В.* 2021 За лекарствами – в сад. Обойдемся в саду без ядов. Целебный чай. Отдадим должное свекле. Без укропа огород – не огород. Пал – значит пропал! Салатные культуры рядом с нами. Самая ранняя ягода. Любовь к огурцам. Пришелица из Южной Америки. Как поливать без большого труда? Яблок много – что делать? Настурция – овощная культура. Шиповник тоже роза. Рекордсмен по витаминам. Поговорим о смородине. Домашний огород // Местное время. Тверь: Все в сад! № 1, 3, 4, 6, 8, 13, 18, 25, 28, 30, 33, 35, 39, 44, 49, 51.
- Петухова Л.В., Иванова С.А., Степанова Е.Н., Андреева Е.А., Кишова М.И., Лазарева Д.А.* 2021а. Интродуценты в окрестностях города Твери // Труды по интродукции и акклиматизации растений. Ижевск. С. 205-207.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н., Кружкова А.Э.* 2021б. Анатомические особенности осевых органов при размножении верхушками // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2(62). С. 161-167.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н., Нотов А.А.* 2021в. Особенности анатомического строения осевых органов *Phyteuma nigrum* // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(64). С. 123-130.
- Петухова Л.В., Тонкошуров Д.В.* 2021. Морфолого-анатомические особенности вайи некоторых папоротников порядка Polypodiales // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(64). С. 74-91.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Петухова Л.В., Зуева Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А.* 2021а. *Meum athamanticum* в экосистемах Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(64). С. 92-104.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Петухова Л.В., Мейсурова А.Ф., Зуева Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А.* 2021б. *Phyteuma nigrum* в экосистемах Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2(62). С. 134-147.
- Петухова Л.В.* 2022а. Вспоминая Татьяну Ивановну Серебрякову // Биоморфология растений: традиции и современность: Материалы Междунар. науч. конф. (Киров, 19–21 окт. 2022 г.). Киров: ВятГГУ. С. 36-38.
- Петухова Л.В.* 2022б. Индикаторы экологической чистоты. Как вырастить пастернак? Рокамболь – лук причесочный. Морковь на нашем столе. Защитим сад без химии. Еще раз о брокколи. Альтернатива картофелю. Картофель – второй хлеб. Самый русский чай. Полезные свойства облепихи. Новый взгляд на яблони. Витаминные салаты. Пряные овощи. Обрезаем многолетники. Витамины и лекарства дома. Лекарственные растения зимой // Местное время. Тверь: Все в сад! № 2, 4, 7, 10, 12, 20, 23, 25, 27, 32, 33, 37, 40, 43, 48, 51.
- Петухова Л.В., Григорьева Л.В., Нотов В.А.* 2022. О биоморфологических особенностях некоторых видов роз // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(68). С. 93-99.
- Петухова Л.В., Степанова Е.Н.* 2022. К биоморфологии *Phyteuma nigrum* F.W. Schmidt // Биоморфология растений: традиции и современность: материалы Междунар. науч. конф. (Киров, 19–21 окт. 2022 г.). Киров: ВятГУ. С. 219-223.
- Васильев А.И., Петухова Л.В.* 2022. Структура почвенного покрова в Бобачевской роще города Твери // ХимБиоSeasons 2022: Сб. тез. докл. Форума молодых исследователей. Кемерово. С. 10.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В., Петухова Л.В., Иванова С.А.* 2022а. Структура и динамика фитоценозов с участием полемохов в Тверской области //

- Российская геоботаника: итоги и перспективы (к 100-летию Отдела геоботаники БИН): материалы конф. СПб.: ИПЦ Измайловский. С. 163-165.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В., Петухова Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А.* 2022б. Особенности натурализации некоторых полемохов в Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1(65). С. 141-163.
- Нотов А.А., Петухова Л.В., Степанова Е.Н., Мейсунова А.Ф., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В.* 2022в. Биоморфологические исследования как элемент комплексного анализа полемохов Тверской области // Биоморфология растений: традиции и современность: материалы Междунар. науч. конф. (Киров, 19–21 окт. 2022 г.). Киров: ВятГУ. С. 261-266.
- Петухова Л.В.* 2023. Вырастим дерево в комнате. Опасные деревья. Огород на окошке. И красота, и польза. Корневой сельдерей. Расширяем ассортимент. Самое время для обрезки. Зола – дачное золото. Помощь организму. Земляники много не бывает. Патиссон – тарельчатая тыква. Знаете ли вы? Последствия морозов. Коротко о разном. Цуккини или кабачки? Огуречная трава, или борраго. Уже лето. Тонкости ухода за огурцами. Как получить урожай баклажанов? Жимолость съедобная. Как помочь перцу? Июль – работы меньше, а дел много. Подкормка овощных культур. Не забывайте о землянике. Август – всего вдосталь. Еще раз о сидератах. Что мы знаем о настурции? Выходец из Азии. Вместо химикатов. Работы в сентябре. Октябрь – середина осени. Пора собирать шипицу. Позимние посевы. Такая разная морковь // Местное время. Тверь: Все в сад! № 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42.
- Петухова Л.В., Григорьева Л.В., Нотов В.А., Степанова Е.Н.* 2023. О зеленом черенковании роз // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1(69). С. 145-154.
- Нотов В.А., Петухова Л.В., Иванова С.А., Антропов П.С., Соколова К.Н., Ермолаева Т.В., Салунина Е.А.* 2023. Функционирование центра образования «Точка роста» как средство сохранения и развития традиций школы // Систематические и флористические исследования Северной Евразии: Материалы III Всерос. конф. с междунар. участием (к 95-летию со дня рождения А.Г. Еленевского), Москва, 19–21 окт. 2023 г. М.: МПГУ. С. 248-253.

Публикации и материалы о Л.В. Петуховой

- Кондрашов Т., Подолян Е., Бахтилова О., Павлов М.* 2023. Интервью с Л.В. Петуховой: [электрон. ресурс]. URL: https://vk.com/wall-27081313_25275 (дата обращения: 10.10.2023).
- Петухова Людмила Владимировна* // ИСТИНА: Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных / НИИ механики МГУ: [электрон. ресурс]. URL: <https://istina.msu.ru/workers/1470315/> (дата обращения: 10.10.2023).
- Петухова Людмила Владимировна* // Популяционно-онтогенетическое направление в России и ближнем зарубежье 2018: справочное издание / отв. ред. Л.А. Жукова; сост.: Л.А. Жукова, Н.М. Державина, И.В. Шивцова. Тверь: ТвГУ. С. 347-348.
- Петухова Людмила Владимировна* // Тверской государственный университет: [электрон. ресурс]. URL: <https://botany.tversu.ru/employees/145> (дата обращения: 10.10.2023).

**LOOKING AT THE WORLD,
IT IS IMPOSSIBLE NOT TO BE SURPRISED
(FOR THE ANNIVERSARY
OF LYUDMILA VLADIMIROVNA PETUKHOVA)**

**A.A. Notov¹, A.F. Meysurova¹, E.N. Stepanova¹, V.A. Notov^{2,1},
S.A. Ivanova¹**

¹Tver State University, Tver

²Secondary School № 3, Redkino Settlement, Tver Region

July 31, 2023 marked the 85th Anniversary of the nice teacher and scientist, the candidate of biological sciences, docent Lyudmila Vladimirovna Petukhova. She is a talented biomorphologist researcher and has made a significant contribution to the development of approaches to teaching botany.

Keywords: *anniversaries, biography, Lyudmila Vladimirovna Petukhova, Tver State University, biomorphology, botany, methods of teaching botany.*

Об авторах:

НОТОВ Александр Александрович – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: anotov@mail.ru.

МЕЙСУРОВА Александра Федоровна – доктор биологических наук, декан биологического факультета, заведующая кафедрой ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Meysurova.AF@tversu.ru.

СТЕПАНОВА Елена Николаевна – старший преподаватель кафедры ботаники ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Stepanova.EN@tversu.ru

НОТОВ Валерий Александрович – кандидат биологических наук, учитель биологии МБОУ СОШ № 3 пос. Редкино, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 171261, Тверская обл., Конаковский р-н, пгт. Редкино, Диева, д. 33а, e-mail: vnotov123@mail.ru.

ИВАНОВА Светлана Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: dmitrievas@mail.ru.

Нотов А.А. Глядя на мир, нельзя не удивляться (к юбилею Людмилы Владимировны Петуховой) // А.А. Нотов, А.Ф. Мейсунова, Е.Н. Степанова, В.А. Нотов, С.А. Иванова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 139-159.

Дата поступления рукописи в редакцию: 01.08.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23

Журнал Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология решением Президиума ВАК включен в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата биологических наук.

Контактные данные редакционной коллегии

170002, г. Тверь, пр-т Чайковского, д. 70, ком. 201

Телефон: +7(4822) 32-06-80

e-mail: vestnikbio@gmail.com

главный редактор – Зиновьев Андрей Валерьевич;

ответственный секретарь – Иванова Светлана Алексеевна;

технический редактор – Игнатьев Данила Игоревич.

Вестник Тверского государственного университета.

Серия: Биология и экология

№ 3 (71), 2023

Подписной индекс: **85683** (интернет-каталог «Пресса России»)

Подписано в печать 10.11.2023. Выход в свет 13.11.2023

Формат 70 x 108¹/₁₆. Бумага типографская № 1.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,91.

Тираж 500 экз. Заказ № 261.

Издатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет».

Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33.

Отпечатано в издательстве

Тверского государственного университета.

Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, Студенческий пер., д. 12, корпус Б.

Тел. РИУ: 8 (4822) 35-60-63.

Цена свободная.