

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 РАН, 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. Мейсуро́ва; д-р биол. наук, проф. М.С. Игнатов;
д-р биол. наук Ю.К. Виноградова; 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, 2025

Scientific Journal

Founded in 2005

Registered by the Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Media
PI № ФЦ77-6125 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;
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.*

© Tver State University, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИОЛОГИЯ

<i>Д.И. Игнатъев, А.А. Романченко, Г.И. Морозов, Арепина Н.Ю.</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭМБРИОНОВ В ПРОГРАММАХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С УЧЕТОМ ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА ЖЕНЩИН	7
---	---

БИОХИМИЯ

<i>А.А. Акендинова, А.Н. Панкрушина</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И РУТИННЫХ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ..	14
--	----

ЗООЛОГИЯ

<i>Т.Э. Кондратова, М.А. Мотошина, Р.А. Иволга, А.А. Кидов</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПРОТЕИНА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК БЕСХВОСТЫХ ЗЕМНОВОДНЫХ (НА ПРИМЕРЕ <i>BUFOTES VIRIDIS</i> , <i>AMPHIBIA</i> , <i>ANURA</i> , <i>BUFONIDAE</i>).....	22
--	----

<i>З. Ахмад</i> СТРУКТУРА ОРНИТОФАУНЫ ГОРОДА ЗЕЛЕНОГРАДА И ЕЕ СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА.....	33
--	----

<i>А.А. Кидов, Д.В. Гриньченко, Я.А. Воронов, А.В. Жевнеров, М.А. Пчелкина, А.С. Луценко, Е.А. Кидова</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЛИЧИНОК <i>HERMETIA ILLUCENS</i> (INSECTA, DIPTERA, <i>STRATIOMYIDAE</i>) В КОРМЛЕНИИ <i>PLEURODELES WALTL</i> (AMPHIBIA, <i>CAUDATA</i> , <i>SALAMANDRIDAE</i>).....	41
---	----

<i>Н.М. Медовиков И.В. Африна, И.С. Хмелевая, К.А. Африн</i> ВЛИЯНИЕ ВИТАМИННЫХ ДОБАВОК НА ЛИЧИНОК ОБЫКНОВЕННОЙ ЖАБЫ, <i>BUFO BUFO LINNAEUS</i> , 1758 В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ.....	50
--	----

<i>А.А. Емельянова, Н.Е. Николаева, В.А. Максимова, Е.А. Виноградова</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КУНИЦЫ ЛЕСНОЙ (ПРИРОДНАЯ ПОПУЛЯЦИЯ), НОРКИ АМЕРИКАНСКОЙ И СОБОЛЯ (ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПОПУЛЯЦИИ).....	59
--	----

БОТАНИКА

Д.О. Грушенков, М.В. Марков
ДИМОРФИЗМ В ПОПУЛЯЦИЯХ *LYTHRUM PORTULA*.....78

Л.В. Озерова, Ю.К. Виноградова
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТЫИЧНОГО АППАРАТА
CARPOBROTUS EDULIS (AIZOACEAE) В НЕКОТОРЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ
ВТОРИЧНОГО АРЕАЛА.....89

В.А. Черных, Л.А. Тохтарь, В.К. Тохтарь
ВЛИЯНИЕ СВЕТА РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА
НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ШАЛФЕЯ ДУБРАВНОГО
В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*.....99

Т.Н. Моторыкина
НОВОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ
РЕДКОГО ВИДА РАСТЕНИЯ – *GLUCYRRHIZA PALLIDIFLORA*
(FABACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ.....106

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

*И.С. Степанчикова, А.А. Родионова, Д.Е. Гимельбрант, Е.С. Кузнецова,
А.С. Зуева*
ЛИХЕНОБИОТА БАБОЛОВСКОГО ПАРКА (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ).....116

А.А. Рыбакова, Л.П. Митрофанова, Э.В. Гарин, А.В. Зиновьев
ДОПОЛНЕНИЯ К МАТЕРИАЛАМ КРАСНОЙ КНИГИ
ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ.....139

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

А.А. Нотов, В.А. Нотов, С.А. Иванова, Л.В. Зуева
НЕИСТОВ И УПРЯМ, ГОРИ, ОГОНЬ, ГОРИ
(К 90-ЛЕТИЮ ЛЮДМИЛЫ АЛЕКСЕЕВНЫ ЖУКОВОЙ).....156

CONTENT

PHYSIOLOGY

- D.I. Ignatev, A.A. Romanchenko, G.I. Morozov, Arepina N.Yu.*
EVALUATION OF EMBRYO QUALITY IN ASSISTED REPRODUCTIVE
TECHNOLOGY PROGRAMS TAKING INTO ACCOUNT
THE HORMONAL STATUS OF WOMEN7

BIOCHEMISTRY

- A.A. Akendinova, A.N. Pankrushina*
ANALYSIS OF THE EFFICACY OF AUTOMATED AND CONVENTIONAL
METHODS FOR MICROORGANISM IDENTIFICATION.....14

ZOOLOGY

- T.E. Kondratova, M.A. Motoshina, R.A. Ivolga, A.A. Kidov*
THE EFFECTIVENESS OF USING FEEDS WITH DIFFERENT PROTEIN
CONTENT IN THE GROWING OF ANURAN AMPHIBIAN LARVAE
(FOR EXAMPLE, *BUFOTES VIRIDIS*, AMPHIBIA, ANURA,
BUFONIDAE).....22

- Z. Ahmad*
THE STRUCTURE OF AVIFAUNA OF ZELENograd CITY
AND ITS SEASONAL DYNAMICS.....33

- A.A. Kidov, D.V. Grinchenko, Y.A. Voronov, A.V. Zhevnerov, M.A. Pchelkina, A.S.
Lutsenko, A.A. Kidova*
APPLICATION OF *HERMETIA ILLUCENS* (INSECTA, DIPTERA,
STRATIOMYIDAE) LARVAE IN FEEDING *PLEURODELES WALTL*
(AMPHIBIA, CAUDATA, SALAMANDRIDAE).....41

- N.M. Medovikov, I.V. Afrina, I.S. Khmelevaya, K.A. Afrin*
EFFECTS OF VITAMIN SUPPLEMENTS ON LARVAE OF THE COMMON
TOAD, *BUFO BUFO* (LINNAEUS, 1758), UNDER LABORATORY
CONDITIONS.....50

- A.A. Emelyanova, N.E. Nikolaeva, V.A. Maksimova, E.A. Vinogradova*
COMPARATIVE ANALYSIS OF PHENETIC FEATURES IN THE PINE
MARTEN (*MARTES MARTES*; NATURAL POPULATION), AMERICAN MINK
(*NEOVISON VISON*), AND SABLE (*MARTES ZIBELLINA*; COMMERCIAL
POPULATIONS).....59

BOTANY

D.O. Grushenkov, M.V. Markov
DIMORPHISM IN POPULATIONS OF *LYTHRUM PORTULA*.....78

L.V. Ozerova, Yu.K. Vinogradova
COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF STOMATAL APPARATUS
OF *CARPOBROTUS EDULIS* (AIZOACEAE) ACROSS INVASIVE
POPULATIONS OF ITS SECONDARY RANGE.....89

V.A. Chernykh, L.A. Tokhtar, V.K. Tokhtar
EFFECT OF LIGHT SPECTRAL COMPOSITION ON MORPHOMETRIC
PARAMETERS OF *SALVIA NEMOROSA* UNDER *IN VITRO*
CONDITIONS.....99

T.N. Motorykina
NEW LOCALITY AND STATUS OF THE COENOPOPULATION OF
A RARE PLANT SPECIES – *GLYCYRRHIZA PALLIDIFLORA*
(FABACEAE) IN KHABAROVSK KRAI.....106

BIODIVERSITY AND NATURAL PROTECTION

*I.S. Stepanchikova, A.A. Rodionova, D. E. Himelbrant, E.S. Kuznetsova,
A.S. Zueva*
LICHEN BIOTA OF BABOLOVSKY PARK (SAINT PETERSBURG).....116

A.A. Rybakova, L.P. Mitrofanova, E.V. Garin, A.V. Zinoviev
ADDITIONS TO THE MATERIALS OF THE RED DATA BOOK
OF YAROSLAVSK OBLAST.....139

ANNIVERSARIES AND DATES

A.A. Notov, V.A. Notov, S.A. Ivanova, L.V. Zueva
UNYIELDING, RAGED AND FREE, BURN, FIRE, BURN ON, PLEASE
(FOR THE 90TH ANNIVERSARY
OF LYUDMILA ALEKSEEVNA ZHUKOVA).....156

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 618.177

DOI: 10.26456/vtbio392

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭМБРИОНОВ В ПРОГРАММАХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С УЧЕТОМ ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА ЖЕНЩИН

Д.И. Игнатьев, А.А. Романченко, Г.И. Морозов, Н.Ю. Арепина

Тверской государственный университет, Тверь

В работе представлен анализ распределения качества эмбрионов двух возрастных групп у женщин при использовании разных вспомогательных репродуктивных технологий. Отмечено, что при их использовании наблюдается преобладание эмбрионов с высокой оценкой качества (АА, АВ). Отмечены возрастные различия уровня антимюллера и фолликулостимулирующего гормонов. Анализ показал, что их уровень в целом не оказывает влияния на выбор метода ЭКО, но при этом данный показатель можно рассматривать как дополнительный, например, на этапе медикаментозной суперовуляции при выборе вспомогательных репродуктивных технологий.

Ключевые слова: морфологическая оценка, эмбрионы, ЭКО, гормональный статус, вспомогательные репродуктивные технологии.

Введение. На сегодняшний день бесплодие считается наиболее болезненной проблемой в рамках репродуктивного здоровья населения в Российской Федерации. Это обусловлено низкой рождаемостью, колоссальным количеством прерванных беременностей искусственным путем и массовым распространением патологии органов малого таза воспалительного характера. Современная диагностика и новейшие методики лечения основаны на инновационных разработках, что позволяет расшифровывать регуляцию процесса репродукции на гормональном и генетическом уровне (Министерство..., 2011; Шилова и др., 2017). К наиболее эффективным методам обследования при бесплодии относят ультразвуковую диагностику, а непосредственно для устранения причин заболевания и лечения применяют эндоскопическую хирургию и вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) (Ahmed, Rodie, 2010; Шилова и др., 2017).

На сегодняшний день существует два метода оплодотворения *in vitro*: классическое ЭКО и инъекция сперматозоида в цитоплазму ооцита (ИКСИ). В первом случае сперматозоид проникает в яйцеклетку «естественным путем», преодолевая окружающие ооцит

клетки кумулюса, взаимодействуя с рецепторами блестящей оболочки (Visser, Themmen, 2005; Кулаков и др., 2006; Кулешова и др., 2015).

Цель работы – изучить особенности оценки качества эмбрионов в программах ЭКО с учетом гормонального статуса женщин

Методика. Сбор материала для исследования проводился на базе эмбриологической лаборатории ООО «КДФ» в г. Тверь в период с июля по октябрь 2022 г. В исследовании приняли участие женщины в возрасте 33–46 лет, которые составили две возрастные группы: 33–38 лет и 39–46 лет.

Ключевым моментом эмбриологического этапа программы ЭКО являлось создание для предимплантационных эмбрионов, развивающихся *in vitro*, условий, максимально приближенных к таковым *in vivo*. Это достигалось подбором адекватного состава культуральной среды и поддержанием ее температуры и pH на физиологическом уровне. Культивирование эмбрионов осуществлялось в CO₂ инкубаторе, обеспечивающем необходимые значения температуры (37°C), влажности и концентрации углекислого газа (5–6%). На 5 день выращивания эмбрион достигает в лаборатории ЭКО самой продвинутой стадии развития – бластоцисты. Рассматривая клетки эмбриона под микроскопом, подвергали их оценке, используя классификацию бластоцист по Д. Гарднеру (Шурыгина, 2015).

Анализ крови на гормоны приводился как комплексное лабораторное обследование при подготовке к процедуре ЭКО. Первичный анализ венозной крови проводился на второй или третий день менструального цикла женщины, что позволяло установить базовый гормональный уровень для более точного мониторинга и тестирования на протяжении всего цикла ЭКО. Анализ на гормоны проводился с использованием иммуноферментного анализа и включал учет концентрации следующих гормонов (с соответствующими референсными значениями): антимюллеров гормон (АМГ) (2,1–7,3 нг/мл); фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) (1,37–9,90 мЕд/л); лютеинизирующий гормон (ЛГ) (1,68–15 мЕд/л).

Результаты и обсуждение. Количество женщин, относящихся к 1 группе (от 33 до 46 лет) в выборке составило 47. Ко 2 группе (39–46 лет) женщин в выборке составило 24. Обратившиеся в ООО «Клиника Доктора Фомина» с целью применения вспомогательных репродуктивных технологий были разделены на три группы в зависимости от используемого метода оплодотворения ооцитов по методу ЭКО: классическое ЭКО, ИКСИ, СПЛИТ (табл. 1).

Таблица 1

Распределение пациенток по методу ЭКО в возрастных группах

Метод	1 группа (33 – 38 лет)	2 группа (39 – 46 лет)
ЭКО	7	0
ИКСИ	23	20
СПЛИТ	12	4
Итого	42	24

Морфологический анализ качества предимплантационных эмбрионов первой группы с женщинами оптимального репродуктивного возраста выявил 7 типов эмбрионов по качеству (по Гарднеру). Среди предимплантационных эмбрионов больше всего было обнаружено высококачественных АА-эмбрионов (29%); АВ-эмбрионов хорошего качества (25%). Среднее количество составили эмбрионы удовлетворительного качества – ВС (13%) и совсем малое количество эмбрионы качества- АС (4%). Так же было получено небольшое количество эмбрионов на стадии Мо (17%) и В1 (13%) (рис. 18). Морфологический анализ качества предимплантационных эмбрионов второй группы с женщинами повышенного репродуктивного возраста выявил 7 типов эмбрионов по качеству (по Гарднеру). Среди предимплантационных эмбрионов больше всего и в равном количестве было обнаружено высококачественных АА-эмбрионов (36%) и хорошего качества-АВ (36%). Малое количество составили эмбрионы ВВ- качества (7%).

Также было получено небольшое количество эмбрионов на стадии В1 (14%) и маленькое количество Мо (7%), которые рассматриваются как непригодные для переноса В зависимости от возраста, обратившейся пары и причины бесплодия проводятся два основных метода оплодотворения: ЭКО и ИКСИ. В случае бесплодия неясного генеза или при низкой вероятности оплодотворения с помощью классического ЭКО, для повышения успешного оплодотворения, программу ЭКО могут проводили методом СПЛИТ, т.е. разделение количества яйцеклеток на равное количество и применение к ним разных методов оплодотворения.

Классическое ЭКО было проведено у 7 пациенток. На 5 сутки было проведено культивирование, после чего было получено: 33 эмбриона. Среди них преимущественно эмбрионы имею оценку АВ (30%) и АА (27%) качества. Меньшее количество оставалось в стадии морулы (15%). Среднее количество было получено эмбрионов среднего качества- ВС и столько же бластоцисты (9%). В малом

количестве были получены эмбрионы удовлетворительного качества-АС (6%) и ВВ (3%).

Метод ИКСИ был проведен у 43 пациенток. На 5 сутки было проведено культивирование, после чего было получено: 32 эмбриона. Среди них преимущественно эмбрионы имеют отличную оценку АА (28%) и АВ (31%) качества. Так же были получены эмбрионы на стадии морулы (25%). В небольшом количестве были получены эмбрионы ВС-качества (6%) и столько же на стадии бластоцисты (6%). В малом количестве были получены эмбрионы удовлетворительно АС-качества (3%).

Метод СПЛИТ был проведен у 16 пациенток. На 5 сутки было проведено культивирование, после чего было получено: 24 эмбриона. Среди них преимущественно эмбрионы имеют отличную оценку- АА (33%). В небольшом количестве было получено эмбрионов на стадии морулы (17%). Одинаковое количество эмбрионов имеют АВ- качества (13%) и стадию бластоцисты (13%). Так же в равном количестве были получены эмбрионы удовлетворительного качества –ВВ (8%), ВС (8%) и АС (8%).

Перед процедурой ЭКО важным и обязательным является гормональное обследование. Во внимание брались следующие показатели: антимюллеров гормон (АМГ), фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), лютеинизирующий гормон (ЛГ). Среди пациенток первой возрастной группы средний показатель АМГ составляет $1,90 \pm 0,30$ нг/мл., при референтных значениях 2,1-7,3 нг/мл. Средний показатель ФСГ – $6,06 \pm 0,28$ мЕд/л при референтных значениях 1,37-9,90 мЕд/л. Средний показатель ЛГ составляет $4,74 \pm 0,37$ мЕд/л, при референтных значениях 1,68-15 мЕд/л. Среди пациенток первой возрастной группы замечены отклонение от нормы в анализе АМГ, показатель имеет нижнюю границу нормы или выходит за границу нормы. У пациенток средней возрастной группы средний показатель АМГ имеет $0,83 \pm 0,16$ нг/мл, при норме 2,1-7,3 нг/мл. Средний показатель ФСГ - $8,01 \pm 1,11$, при референтных значениях 1,37-9,90 мЕд/л. Средний показатель ЛГ составляет $4,82 \pm 0,86$ мЕд/л, при референтных значениях 1,68-15 мЕд/л. Среди пациенток второй возрастной группы показатель АМГ значительно ниже нормы.

Проанализировав две возрастные группы, мы видим отклонение в разной степени показателей АМГ в обеих группах. Это может говорить о плохой функциональности яичников, недостаточный запас фолликулов, истощение половых желез. Показатели анализа на ФСГ у обеих групп находились в пределах нормы, однако, у второй группы показатель немного выше, чем у первой. Без значительной разницы между двумя группами имеют показатели гормона ЛГ, которые тоже находятся в норме.

Таблица 2

Содержание половых гормонов в крови в возрастных группах пациенток

Гормоны	1 группа (33 – 38 лет)	2 группа (39 – 46 лет)	P
АМГ, нг/мл	2,90±0,30	2,10±0,16	0,05
ФСГ, мЕд/л	6,06±0,28	8,00±1,11	0,01
ЛГ, мЕд/л	4,74±0,37	5,01±0,86	–

Примечание: P – уровень статистической значимости.

При решении второй задачи были проанализированы возрастные различия уровня половых гормонов у женщин двух исследуемых групп (табл. 2). Анализ данных показал, что уровень фолликулостимулирующего гормона у пациенток 2 возрастной группы статистически достоверно выше ($8,00 \pm 0,11$ мЕд/л) по сравнению с пациентками первой возрастной группы ($6,06 \pm 0,28$ мЕд/л) ($p < 0,1$). Аналогичная картина наблюдается и при сравнении уровня содержания антимюллерова гормона ($p < 0,05$).

Выводы. 1. Анализ распределения качества эмбрионов в изучаемых возрастных группах показал преобладание эмбрионов с высокой оценкой качества (АА, АВ). Аналогичная тенденция отмечается и при анализе качества эмбрионов в зависимости от выбираемого метода ЭКО.

2. Возрастные различия уровня половых гормонов у женщин наблюдаются в содержании антимюллерова ($p < 0,05$) и фолликулостимулирующего ($p < 0,01$) гормонов. При этом их среднее содержание не выходит за рамки соответствующих возрастных референсных значений.

3. Анализ содержания половых гормонов, которые находятся в пределах референсных значений, показал, что их уровень в целом не оказывает влияния на выбор метода ЭКО. При этом данный показатель можно рассматривать как дополнительный, например, на этапе медикаментозной суперовуляции, а также для проведения дальнейшей программы ЭКО и выбора соответствующего метода ЭКО.

Список литературы

- Кулешова К.Т., Сахаутдинова И.В., Зулкарнеева Э.М. 2015. Вспомогательные репродуктивные технологии. Уфа, 2015. 63 с.
- Кулаков В.И., Здановский В.М., Корсак В.С., Кузьмичев Л.Н. 2006. Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) (руководство для врачей). СПб. 61 с.

- Корсак В.С. 2019. Руководство по клинической эмбриологии. М.: Специальное издательство медицинских книг. 224 с.
- Министерство здравоохранения Российской Федерации. Женское бесплодие (современные подходы к диагностике и лечению). 2011. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293724/4293724217.pdf> (дата обращения 15.03.2023).
- Шилова С.Д., Лобачевская О.С., Царева С.Н., Жуковская С.В. 2017. Основы вспомогательных репродуктивных технологий в лечении бесплодия. М.: Учебно-методическое пособие. 35 с.
- Шурыгина О.В. 2015. Руководство по клинической эмбриологии. Самара: АСГАРД. 407 с.
- Ahmed S.F., Rodie M. 2010. Investigation and initial management of ambiguous genitalia // Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. № 24(2). P. 197-218.
- Visser J.A., Themmen A.P. 2005. Anti-Müllerian hormone and folliculogenesis // Mol Cell Endocrinol. № 234(1-2). P. 81-86.

EVALUATION OF EMBRYO QUALITY IN ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY PROGRAMS TAKING INTO ACCOUNT THE HORMONAL STATUS OF WOMEN

D.I. Ignatev, A.A. Romanchenko, G.I. Morozov, N.Yu. Arepina
Tver State University, Tver

The paper presents an analysis of the distribution of embryo quality in two age groups in women using different assisted reproductive technologies. It is noted that when using them, there is a predominance of embryos with a high quality rating (AA, AB). Age-related differences in the levels of anti-Müllerian and follicle-stimulating hormones were noted. The analysis showed that their level as a whole does not affect the choice of IVF method, but at the same time this indicator can be considered as an additional one, for example, at the stage of drug superovulation when choosing assisted reproductive technologies.

Keywords: *morphological assessment, embryos, IVF, hormonal status, assisted reproductive technologies.*

Об авторах:

ИГНАТЬЕВ Данила Игоревич – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Ignatev.DI@tversu.ru.

РОМАНЧЕНКО Анастасия Андреевна – магистрант 2 года обучения направления 06.04.01 Биология (Медико-биологические науки), 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: biology@tversu.ru.

МОРОЗОВ Глеб Игоревич – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Morozov.GI@tversu.ru.

АРЕПИНА Наталья Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физического воспитания, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Arepina. NY@tversu.ru.

Игнатъев Д.И. Оценка качества эмбрионов в программах вспомогательных репродуктивных технологий с учетом гормонального статуса женщин / Д.И. Игнатъев, А.А. Романченко, Г.И. Морозов, Н.Ю. Арпина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 7-13.

Дата поступления рукописи в редакцию: 20.10.24

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

БИОХИМИЯ

УДК 579

DOI: 10.26456/vtbio393

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И РУТИННЫХ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

А.А. Акендинова, А.Н. Панкрушина

Тверской государственный университет, Тверь

Проводилась сравнительная оценка возможности идентификации некоторых видов определяемых условно-патогенных бактерий в конъюнктиве глаза, моче и ректальном мазке с применением масс-спектрометрического и рутинного методов, а также автоматизированного метода идентификации на бактериологическом анализаторе. Анализ эффективности сравниваемых методов показал, что для современной клинико-бактериологической лаборатории преимущество следует отдать механизированным методам. Однако, классические методы также необходимо применять в сложных ситуациях для подтверждения или корректировки результата исследования

Ключевые слова: масс-спектральный анализ, колориметрический анализ, бактериологический анализатор, культура микроорганизмов, биоматериал.

Введение. Классическая методика диагностики заболеваний имеет большие недостатки и ограничения. Микробиологические исследования лежат в основе клинической микробиологии. основополагающими задачами для них являются выявление и идентификация различных возбудителей. Точная постановка диагноза и быстрая выдача результата напрямую зависит от быстрой идентификации патогенных микроорганизмов (МО) (Миронова, 2010).

«В концепции развития службы клинической лабораторной диагностики РФ говорится о том, что микробиологические исследования должны иметь приоритетное развитие среди других видов лабораторной диагностики. Обусловлено это массовым распространением инфекционных заболеваний, поражающих всё население, бесконтрольностью применения антибиотиков и антисептиков, востребованностью этого вида лабораторной диагностики практически при всех видах медицинской помощи» (Концепция развития службы клинической лабораторной диагностики Российской Федерации на 2003 - 2010 гг.).

Рост числа инфекционных бактериальных заболеваний, распространение внутрибольничных инфекций, широкое применение антибиотиков, изменения микрофлоры требуют нового подхода к организации методов современной диагностики (Акендинова, 2024).

С внедрением автоматических анализаторов в лабораторную практику, рутинные методы исследования отходят постепенно на второй план (Croxatto A., 2012, Mimica M.J., 2013).

В современной клиничко-бактериологической лаборатории преимущественно следует выполнять исследования с помощью механизированных методов. Однако, классические методы также необходимо применять в сложных ситуациях для подтверждения или коррективки результата исследования (Акендинова, 2024).

Методика. Методика выполнения экспериментов заключалась в проведении анализов идентификации микроорганизма вначале рутинным методом, а потом с помощью медицинского оборудования. Для проведения одного эксперимента разными методами биоматериал использовался одного человека. Пошаговая схема выполнения исследования представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Общая схема идентификации МО (разработано автором)

В работе были исследованы образцы биоматериалов 11 пациентов. Биоматериал пациентов, при поступлении в лабораторию распределялся по группам в зависимости от выбора исследования и типу материала (табл. 1).

Таблица 1

Распределение по группам используемого биоматериала

	Биоматериал	Исследование	Группа
1.	Отделяемое конъюнктивы глаза	Микробиологическое (культуральное) исследование отделяемого конъюнктивы на аэробные и факультативно-анаэробные условно-патогенные микроорганизмы.	1
2.			
3.			
4.	Моча	Микробиологическое (культуральное) исследование мочи на аэробные и факультативно-анаэробные условно-патогенные микроорганизмы	2
5.			
6.			
7.	Ректальный мазок	Микробиологическое (культуральное) исследование ректального мазка на микроорганизмы рода сальмонелла (<i>Salmonella spp</i>)	3.1
8.			
9.		Микробиологическое (культуральное) исследование ректального мазка на возбудителя дизентерии (<i>Shigella spp.</i>)	3.2
10.			
11.			

Бактериологические посевы проведены с использованием широкого перечня питательных сред для культивирования МО: агар Сальмонелла Шигелла, бульон селенит-цистиновый, агар гектоеновый для энтеробактерий, агар хромогенный для сальмонелл, среда Олькиницкого, кровяной агар, агар маннит-солевой, желчно-солевой, среда Эндо, агар урисилек, агар селективный для энтерококков, также для идентификации МО применялись различные тесты: системы индикаторные бумажные для идентификации МО, тест на плазмокоагулазу для идентификации бактерий, каталазный тест для определения каталазноположительных и каталазноотрицательных бактерий, PYRA-ТЕСТ, тест на реакцию агглютинации, приготовление мазка и окраска по Грамму. Идентификация МО проведена методом MALDI-TOF масс-спектрометрии и бактериологическим анализатором VITEK 2 Compact (рис. 2) (Акендинова, 2024).



Рис. 2. Справа -VITEK 2 Compact слева- Масс-спектрометр VITEK MS

Результаты и обсуждение. В ходе проведения ряда лабораторных экспериментов было выявлено, что в биоматериале пациентов присутствуют такие микроорганизмы как: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Salmonella enterica*, *Salmonella enteritidis*, *Citrobacter youngae*, *Shigella flexneri*, *Shigella sonnei*, данные микроорганизмы были установлены в результате проведения экспериментов автоматизированным и рутинным методом идентификации.

Общая сравнительная таблица по выдаче результатов лечащему врачу от момента поступления биоматериала до момента отправки результатов в больницу (табл. 2).

Таблица 2

Общая сравнительная таблица по выдаче результатов
(учёт времени)

№	Биоматериал	Группа	Дата поступления биоматериала	Дата выдачи результата Механизированным методом	Дата выдачи результата Рутинным методом
1	Отделяемое конъюнктивы глаза	1	13.09.23	14.09.23	16.09.23
2			13.09.23	14.09.23	16.09.23
3			13.09.23	14.09.23	16.09.23
4	Моча	2	03.09.23	04.09.23	06.09.23
5			03.09.23	04.09.23	06.09.23
6			03.09.23	04.09.23	06.09.23
7	Ректальный мазок	3.1	12.09.23	13.09.23	15.09.23
8			12.09.23	13.09.23	15.09.23
9			12.09.23	13.09.23	15.09.23
10		3.2	13.09.23	14.09.23	16.09.23
11			13.09.23	14.09.23	16.09.23

На рисунке 3 представлено общее время поведения анализа при использовании разных методов. Как видно из данной диаграмма использование механизированных методов значительно сокращает время получения результата.

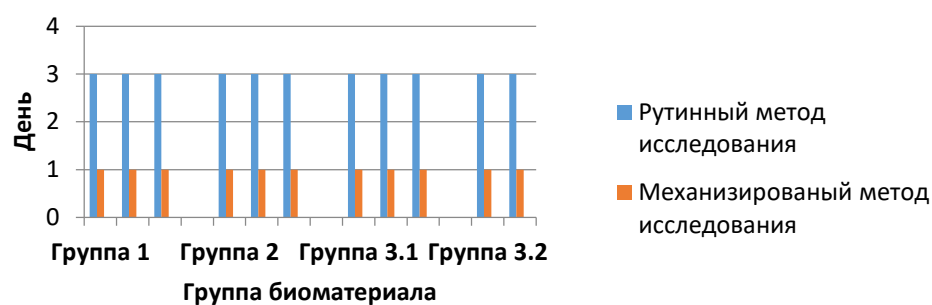


Рис. 3. Общее время поведения анализа при использовании разных методов

Из данных таблицы 3 можно заключить, что расхождение результатов при применении механизированных и рутинных методов исследований – отсутствует.

Таблица 3
Общая сравнительная таблица по выдаче результатов
(сопоставимость результатов)

№	Биоматериал	Группа	Результат полученный механизированным методом	Результат полученный рутинным методом
1	Отделяемое конъюнктивы глаза	Группа 1.	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
2			<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
3			<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
4	Моча	Группа 2.	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
5			<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
6			<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
7	Ректальный мазок	Группа 3.1	<i>Salmonella enterica</i>	<i>Salmonella enterica</i>
8			<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>
9			<i>Citrobacter youngae</i>	<i>Citrobacter spp</i>
10		Группа 3.2	<i>Shigella sonnei</i>	<i>Shigella sonnei</i>
11			<i>Shigella flexneri</i>	<i>Shigella flexneri</i>

Во всех исследованиях, представленных в данной работе данные полученные разными методами полностью совпадают, данные отображены на рисунке 4.

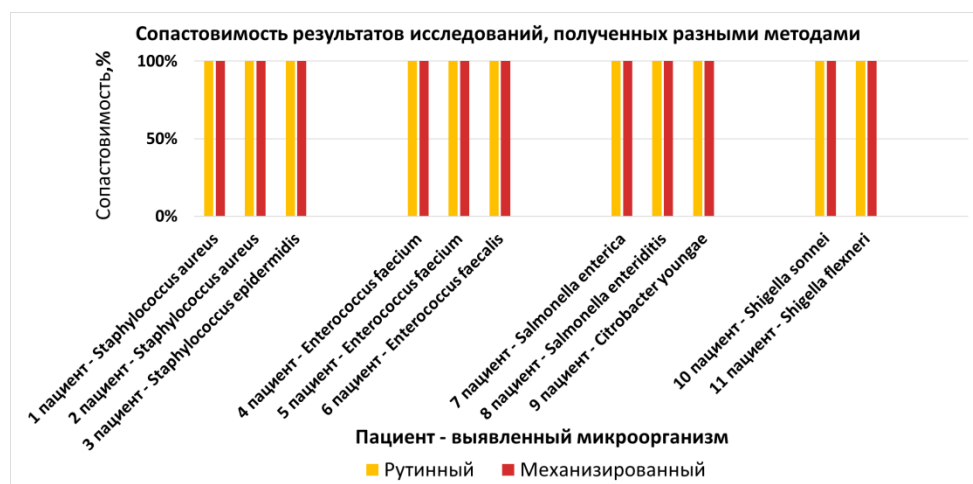


Рис. 4. Общая сравнительная таблица по выдаче результатов (сопоставимость результатов при использовании разных методов)

Заключение. Масс-спектральный анализ позволяет идентифицировать МО в короткие сроки, заключения пациентам выдавались на второй день после поступления биоматериала в лабораторию, а также обладает широким спектром определяемых этим способом родов и видов микроорганизмов. Вместе с тем, в редких случаях из-за схожести некоторых групп МО, возможна выдача ошибочного результата. Принцип колориметрического анализа схож для рутинного и автоматизированного метода. Однако автоматизированный метод позволяет исключить фактор личного восприятия, а также обеспечивает максимально упрощенный процесс проведения анализа, его эргономичность, автономность и эффективность, быструю выдачу результатов. Автоматизированный метод колориметрического анализа применим в основном для определения клинически значимых МО.

При определении патогена во всех исследуемых биоматериалах раньше (на вторые сутки) выдавались результаты, получаемые автоматизированными методами. При использовании рутинных методов результаты выходили только на четвертые сутки после поступления биоматериала в клиническую лабораторию. При этом результаты, полученные разными методами, несмотря на временной промежуток и особенности применяемых методик, идентичны.

На основании нашего исследования можно сделать вывод, что для современной клиничко-бактериологической лаборатории преимущество следует отдать механизированным методам. Однако, классические методы также необходимо применять в сложных ситуациях для подтверждения или корректировки результатов.

Список литературы

- Акендинова А.А. 2024. Об оснащение бактериологических лабораторий автоматическими анализаторами»: сборник статей международной научно-практической конференции «актуальные проблемы научного и технологического обеспечения инновационного развития» (15 апреля 2024 г. | г. Таганрог). Уфа: Аэтерна.
- Концепция развития службы клинической лабораторной диагностики Российской Федерации на 2003-2010 гг. // ИС «Юрист». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38310772
- Миронова А.В. 2019. Инновационные технологии в бактериологии как критерий качества медицинской помощи // Новые задачи современной медицины: Материалы VI Международной научной конференции. Казань: Молодой ученый. С. 39-41.
- Croxatto A., Prod'hom G., Greub G. 2012. Applications of MALDI-TOF mass spectrometry in clinical diagnostic microbiology // FEMS Microbiol. Rev. 2012. Vol. 36. P. 380–407.
- Mimica M.J., Valle Martino M.D., Pasternak J. 2013. MALDI-TOF MS in the clinical microbiology laboratory // J. Bras. Patol. Med. Lab. Vol. 49. № 4. P. 25-259.

ANALYSIS OF THE EFFICACY OF AUTOMATED AND CONVENTIONAL METHODS FOR MICROORGANISM IDENTIFICATION

A.A. Akendinova, A.N. Pankrushina

Tver State University, Tver

A comparative evaluation was conducted to assess the identification capabilities of selected species of detectable opportunistic bacteria isolated from the ocular conjunctiva, urine, and rectal swabs using mass spectrometric techniques, conventional methods, and an automated identification approach via a bacteriological analyzer. The analysis of the efficacy of the compared methods revealed that modern clinical and bacteriological laboratories should prioritize automated methodologies. Nevertheless, conventional techniques remain essential in complex cases to verify or refine the diagnostic results.

Keywords: mass spectrometry, colorimetric analysis, bacteriological analyzer, microbial culture, biological samples.

Об авторах:

АКЕНДИНОВА Анастасия Алексеевна – аспирант 1 года обучения направления 03.01.04 Биохимия, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: aaakendinova@bk.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: Alla.Pankrushina@mail.ru.

Акендинова А.А. Анализ эффективности автоматизированных и рутинных методов идентификации микроорганизмов / А.А. Акендинова, А.Н. Панкрушина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 14-21.

Дата поступления рукописи в редакцию: 17.01.25

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

ЗООЛОГИЯ

УДК 597.841:591.613

DOI: 10.26456/vtbio394

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПРОТЕИНА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК БЕСХВОСТЫХ ЗЕМНОВОДНЫХ (НА ПРИМЕРЕ *BUFOTES VIRIDIS*, AMPHIBIA, ANURA, BUFONIDAE)

Т.Э. Кондратова, М.А. Мотошина, Р.А. Иволга, А.А. Кидов

Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

В работе представлены результаты выращивания личинок зеленой жабы (*Bufo viridis*) от начала экзогенного питания до выхода на сушу. Личинок рассаживали по 36 особей в контейнеры размером 39×28×28 см и полезным объемом 18 л. Всего было создано 5 опытных групп, каждая из которых была трехкратно повторена. Температуру воды в контейнерах поддерживали на уровне 25°C при помощи обогревателей с термостатом. Кормление личинок осуществляли через день полнорационными комбикормами. Для первых четырех экспериментальных групп – гранулированные корма для рыб от компании Corpens International (Нидерланды), а для пятой группы – хлопьевидные корма для декоративных рыб от компании Tetra GmbH (Германия). Корма имели близкий химический состав, но существенно различались по содержанию протеина (от 40 до 63%). Во всех экспериментальных группах личинки характеризовались высокой выживаемостью до метаморфоза (72,2–100%). Статистически значимых различий по выживаемости между группами не было выявлено. Отмечена достоверная отрицательная зависимость выживаемости личинок от содержания протеина в рационе. Также с увеличением содержания протеина в корме сокращалась продолжительность личиночного развития. Длина тела и масса молодых жаб слабо, но статистически значимо зависела от содержания протеина в корме и коррелировала с длительностью личиночного развития в каждой из экспериментальных групп. Было показано, что для выращивания личинок жаб полнорационные корма бренда Corpens выгоднее, чем корма для декоративных рыб. Среди этих кормов оптимальным является вариант с уровнем белка 56% (Corpens Advance), поскольку при его использовании удалось получить самых крупных личинок за максимально короткие сроки с высоким уровнем выживаемости.

Ключевые слова: амфибии, кормление, лабораторное размножение, развитие, рост, выживаемость.

© Кондратова Т.Э., Мотошина М.А.,

- 22 -

Иволга Р.А., Кидов А.А., 2025

Таблица 1

Характеристика кормов, используемых в эксперименте

Номер группы	Название корма	Размеры гранул, мм	Состав, заявленный производителем	Аналитический состав, %	Витамины, МЕ/кг	Стоимость 1 кг корма, руб.
1	Coppens Intensiv (Coppens International, Нидерланды)	2	пшеница, мука из домашней птицы, соя очищенная экстрагированная прожаренная, рыбная мука, экстракт семян подсолнечника, рыбий жир, лецитин	протеин – 40,0, жиры – 10,0, клетчатка – 2,1, зола – 8,0, фосфор – 1,34, кальций – 1,4	A – 10000, D3 – 2331	700
2	Coppens Vital (Coppens International, Нидерланды)	0,2–0,5	рыбная мука, соевый белковый концентрат, мука из домашней птицы, лецитин, рыбий жир, дрожжевые продукты, рапсовое масло	протеин – 48,0, жиры – 10,0, клетчатка – 1,0, зола – 10,3, фосфор – 1,8, кальций – 2,2	A – 14000, D3 – 2168	800
3	Coppens Advance (Coppens International, Нидерланды)	0,3–0,5	рыбная мука, соевый белковый концентрат, пшеничная клейковина, мука пшеничная, лецитин, дрожжевые продукты, рапсовое масло	протеин – 56,0, жиры – 15,0, клетчатка – 0,1, зола – 12,0, фосфор – 1,9	A – 14000, D3 – 1170, E – 280, C – 700	1100
4	Coppens TOP (Coppens International, Нидерланды)	0,3–0,5	рыбная мука, пшеничная клейковина, мука пшеничная, лецитин, дрожжевые продукты	протеин – 63,0, жиры – 12,0, клетчатка – 0,3, зола – 13,0, фосфор – 1,8	A – 14000, D3 – 1266, E – 280, C – 700	1200
5	TetraMin Flakes (Tetra GmbH, Германия)	хлопья	рыба и побочные рыбные продукты, зерновые культуры, дрожжи, экстракты растительного белка, моллюски и раки, масла и жиры, сахар, водоросли, минеральные вещества	протеин – 46,0, жиры – 11,0, клетчатка – 3,0, содержание влаги – 6,0	A – 37680, D3 – 1990	2208

После завершения метаморфоза и при выходе на сушу (46 стадия по таблице Госнера) у молоди электронным штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм измеряли длину тела (L), а при помощи электронных весов определяли массу.

Статистический анализ осуществляли в программе Statistica 14.0. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах (min–max) исследуемых признаков.

Нормальность и гомогенность распределения выборок проверяли критериями Лиллиефорса и Левена. Статистическую достоверность различий в длительности личиночного развития оценивали однофакторным дисперсионным анализом (F), для оценки остальных признаков использовали ковариационный анализ (F; длительность личиночного развития в качестве ковариаты), при дальнейшем апостериорном сравнении групп использовали тест Тьюки (Q). Для определения взаимосвязи изучаемых признаков у молодых жаб и количеством протеина в кормах использовали коэффициент линейной корреляции Пирсона (r).

Результаты и обсуждение. Во всех экспериментальных группах личинки характеризовались высокой сохранностью до выхода на сушу (72,2–100%). Статистически значимых различий по выживаемости между группами не было выявлено. При этом отмечена достоверная отрицательная зависимость выживаемости личинок от содержания протеина в рационе ($r = -0,58$; $p < 0,05$).

Длительность личиночного развития статистически значимо различалась у молоди из всех опытных групп ($F_{4, 500} = 113,48$; $p < 0,001$). Особи из третьей группы в среднем заканчивали личиночное развитие раньше личинок других групп ($Q = 5,49 - 28,04$; $p < 0,05$), а самое длительное развитие было у личинок из пятой группы ($Q = 17,91 - 28,04$; $p < 0,05$). При этом, чем выше содержание протеина в корме, тем короче была длительность личиночного развития ($r = -0,25$; $p < 0,05$).

При устранении влияния длительности личиночного развития на размеры молоди, длина тела сибсов из разных опытных групп различалась ($F_{4, 500} = 16,044$; $p < 0,001$). В среднем, самой крупной была молодь из третьей и четвертой групп, а самой мелкой – из первой ($Q = 6,23$; $p < 0,001$ и $Q = 6,18$; $p < 0,001$ соответственно) и пятой групп ($Q = 9,27$; $p < 0,001$ и $Q = 9,13$; $p < 0,001$ соответственно). Особи из второй опытной группы статистически не уступали по длине тела животным из третьей ($Q = 3,11$; $p < 0,179$) и четвертой групп ($Q = 3,16$; $p < 0,166$). Длина тела молодых жаб слабо, но статистически значимо зависела от содержания протеина в корме ($\eta^2 = 0,13$; $p < 0,05$), и коррелировала с длительностью личиночного развития в каждой из экспериментальных групп ($r = 0,43 - 0,56$; $p < 0,05$). По результатам наших экспериментов, размах длины тела выращенной молоди соответствует изменчивости природных особей (Ляпков, 2003; Кузьмин, 2012).

С длительностью личиночного развития в качестве ковариаты, масса тела особей из разных опытных групп различалась ($F_{4, 500} = 11,400$; $p < 0,001$). Самая большая масса отмечалась у молоди из третьей и четвертой групп, а самая маленькая – из первой ($Q = 4,44$; $p = 0,015$ и $Q = 5,68$; $p = 0,001$ соответственно) и пятой групп ($Q = 7,15$; $p < 0,05$).

0,001 и $Q = 8,27$; $p < 0,001$ соответственно). Особи из второй опытной группы статистически уступали по массе тела только животным из четвертой группы ($Q = 4,99$; $p = 0,004$). Масса тела молоди слабо зависела от количества протеина в корме ($\eta^2 = 0,08$; $p < 0,05$), но коррелировала с длительностью личиночного развития в каждой из экспериментальных групп ($r = 0,58 - 0,92$; p всегда $< 0,05$).

Таблица 2

Длительность развития и размеры молоди *Bufo viridis* при выходе на сушу в различных экспериментальных группах

Номер группы / содержание протеина в корме, %	Повторность	M±SD min—max			Выживаемость, %
		Длина тела молоди при выходе на сушу, мм	Масса молоди при выходе на сушу, г	Длительность личиночного развития, сутки	
1 / 40	1	<u>12,68±1,179</u> 9,37—15,54	<u>0,196±0,0529</u> 0,087—0,332	<u>35±6,7</u> 26—52	100
	2	<u>12,90±1,275</u> 11,25—17,13	<u>0,206±0,0626</u> 0,133—0,469	<u>36±7,7</u> 26—63	100
	3	<u>13,50±1,134</u> 11,69—16,00	<u>0,226±0,0544</u> 0,134—0,375	<u>45±10,4</u> 31—72	100
	среднее	<u>13,02±1,239</u> 9,37—17,13	<u>0,208±0,0578</u> 0,087—0,469	<u>40±9,5</u> 26—72	100
2 / 48	1	<u>14,03±1,605</u> 10,78—16,90	<u>0,235±0,0596</u> 0,109—0,383	<u>44±15,9</u> 26—88	100
	2	<u>13,81±1,275</u> 10,94—17,20	<u>0,232±0,0606</u> 0,121—0,406	<u>44±13,4</u> 25—73	100
	3	<u>13,27±1,502</u> 10,71—17,61	<u>0,217±0,0785</u> 0,124—0,456	<u>40±11,1</u> 25—72	100
	среднее	<u>13,87±1,567</u> 10,71—17,61	<u>0,235±0,0724</u> 0,109—0,456	<u>46±14,8</u> 25—88	100
3 / 56	1	<u>13,56±1,450</u> 11,79—16,83	<u>0,223±0,0749</u> 0,133—0,415	<u>31±7,9</u> 22—51	97,2
	2	<u>13,17±1,106</u> 10,88—15,72	<u>0,206±0,0623</u> 0,127—0,378	<u>28±5,2</u> 22—44	88,9
	3	<u>13,25±1,495</u> 11,33—17,38	<u>0,217±0,0882</u> 0,135—0,530	<u>32±8,6</u> 23—57	100
	среднее	<u>13,33±1,374</u> 10,88—17,38	<u>0,216±0,0764</u> 0,127—0,530	<u>33±7,6</u> 22—57	95,4
4 / 63	1	<u>14,09±1,373</u> 11,32—16,75	<u>0,257±0,0778</u> 0,129—0,427	<u>40±14,5</u> 28—88	88,9
	2	<u>13,71±1,468</u> 11,09—17,32	<u>0,267±0,1468</u> 0,119—0,880	<u>35±9,5</u> 25—56	72,2
	3	<u>13,79±1,658</u> 11,91—19,62	<u>0,238±0,1011</u> 0,148—0,598	<u>39±14,1</u> 25—82	91,7
	среднее	<u>13,87±1,501</u> 11,09—19,62	<u>0,253±0,1088</u> 0,119—0,880	<u>40±12,9</u> 25—88	84,3
5 / 46	1	<u>14,75±1,178</u> 12,69—16,93	<u>0,293±0,0611</u> 0,192—0,412	<u>73±20,9</u> 39—122	83,3
	2	<u>14,63±1,450</u> 11,94—17,71	<u>0,289±0,0944</u> 0,159—0,683	<u>66±15,7</u> 35—101	100
	3	<u>14,77±1,564</u> 11,80—17,81	<u>0,293±0,0906</u> 0,145—0,561	<u>67±15,7</u> 35—109	94,4
	среднее	<u>14,63±1,380</u> 11,80—17,81	<u>0,289±0,0836</u> 0,145—0,683	<u>69±17,7</u> 35—122	87,9

Общеизвестно, что аналитический состав корма непосредственно влияет на его стоимость, а белок является одним из самых дорогих компонентов (Martinez et al., 1993). Однако, стоимость корма для объектов товарной аквакультуры кратно ниже (даже высокопротеиновые смеси для молоди лососевых и осетровых), чем хлопьевидного корма для аквариумных рыб (табл. 1). При выращивании второй группы затраты корма оказались самыми большими (47,5 г), однако не самыми дорогостоящими (38,0 руб.) (табл. 3). Наименьшие затраты корма отмечены в третьей группе (31,9 г – 35,1 руб.). Из-за высокой стоимости хлопьевидных кормов для аквариумных рыб, самым дорогостоящим оказалось выращивание пятой группы (39,1 г – 86,4 руб.).

Таким образом, полнорационные корма бренда Correns выгоднее, чем хлопьевидные корма для декоративных рыб, использовать при выращивании личинок жаб. Среди этих кормов оптимальным является вариант с уровнем белка 56% (Correns Advance), поскольку при его использовании удалось получить самых крупных личинок за максимально короткие сроки с высоким уровнем выживаемости (табл. 3).

Таблица 3

Затраты на кормление молоди *Bufo viridis* до метаморфоза в разных экспериментальных группах

Номер группы / содержание протеина в корме, %	Повторность	Затраты на выращивание личинок до метаморфоза			
		затраты корма, г		денежные затраты на кормление, руб.	
		на 1 особь	на 1 г биомассы молоди	на 1 особь	на 1 г биомассы молоди
1/40	1	0,33	1,43	0,23	1,00
	2	0,37	1,92	0,26	1,34
	3	0,40	1,84	0,28	1,29
	среднее	0,37	1,72	0,26	1,20
2/48	1	0,47	2,17	0,38	1,73
	2	0,44	2,53	0,35	2,03
	3	0,42	1,81	0,33	1,45
	среднее	0,44	2,14	0,35	1,71
3/56	1	0,31	1,39	0,34	1,53
	2	0,30	1,16	0,33	1,28
	3	0,32	1,60	0,35	1,76
	среднее	0,31	1,37	0,34	1,51
4/63	1	0,45	2,17	0,54	2,60
	2	0,44	1,36	0,53	1,63

	3	0,44	1,95	0,53	2,34
	среднее	0,44	1,79	0,53	2,15
5/46	1	0,46	1,56	1,01	3,44
	2	0,37	1,26	0,83	2,78
	3	0,35	1,23	0,77	2,72
	среднее	0,41	1,34	0,91	2,96

Разработка подходящего для выращивания личинок земноводных рациона является основой для создания протоколов культивирования (Martinez et al., 1993). Другими исследователями было показано, что аналитический состав корма влияет на длительность личиночного развития и размеры молоди бесхвостых земноводных (Carmona-Osalde et al., 1996; Sretarugsa et al., 1997). По результатам экспериментов на представителях семейства Ranidae было выявлено, что оптимальными вариантами являются корма, содержащие около 40% протеина (Martinez et al., 1993; Barbosa et al., 2005; Gao et al., 2024). Более высокая концентрация белка в корме негативно сказывалась на личинках лягушек, поскольку им приходилось затрачивать больше энергии для его переваривания, а также использовать протеин, вместо жиров или углеводов, в качестве источника энергии (Cowey, 1979; Martinez et al., 1993).

Мартинс Ф. М. С. с коллегами (Martins et al., 2013) провели подобное исследование с одним из представителей семейства Bufonidae – камышовой жабой *Epidalea calamita* (Laurenti, 1768). Личинки этого вида росли быстрее и имели более высокую выживаемость при выращивании с применением корма с наибольшим в эксперименте уровнем белка (46%) (Martins et al., 2013). Помимо этого, результаты исследования показали, что у молоди из этой группы более широкая голова и крупные ноги в сравнении с личинками, выращиваемыми с использованием кормов, содержащих 32% и 38% белка. Предполагается, что эти характеристики способствуют лучшей выживаемости молоди после выхода на сушу (Tejedo et al., 2010).

Заключение. Использование корма с уровнем протеина 63% способствовало некоторому снижению выживаемости, но молодь при выходе на сушу была самой крупной. При снижении количества белка в корме до 56% наблюдалось повышение выживаемости, снижение длительности развития до метаморфоза, а размеры молоди оставались относительно большими. Дальнейшее сокращение содержания белка в корме повышало выживаемость, однако уменьшались размеры особей и увеличивалась длительность личиночного развития. В связи с этим, при выращивании личинок зеленой жабы мы рекомендуем использовать корма с уровнем протеина 56%, поскольку это позволяет

получать молодь с высокими размерно-весовыми показателями, выживаемостью и окупаемостью кормов в относительно короткие сроки личиночного развития до метаморфоза.

Список литературы

- Иванова Н.Л. 1975. Сравнительное изучение роста и развития личинок некоторых видов амфибий в контролируемых условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск. 21 с.
- Кидов А.А., Дроздова Л.С., Вяткин Я.А., Иванов А.А., Иволга Р.А., Кидова Е.А., Кондратова Т.Э., Столярова Е.А. 2021. Успехи в создании технологий разведения редких, исчезающих и узкоареальных земноводных и пресмыкающихся фауны России и сопредельных стран // Экологическая безопасность и сохранение генетических ресурсов растений и животных России и сопредельных территорий: материалы XIII Всероссийской с международным участием конф., посвященной 100-летию СОГУ. Владикавказ: СОГУ имени К.Л. Хетагурова. С. 91–97.
- Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э., Грода О.С., Демянчик В.В., Ерашкин В.О., Кидова Е.А. 2024а. Влияние плотности посадки на личиночное развитие камышовой жабы (*Epidalea calamita*) (по результатам лабораторных исследований) // Теоретическая и прикладная экология. №3. С. 217–225. DOI: 10.25750/1995-4301-2024-3-217-225
- Кидов А.А., Иволга Р.А., Кондратова Т.Э., Кидова Е.А. 2022а. Особенности размножения и раннего развития у самого высокогорного земноводного территории бывшего СССР – батурской жабы (*Bufo baturae*, Amphibia, Bufonidae) (по результатам лабораторных исследований) // Зоологический журнал. Т. 100, №2. С. 153–164. DOI: 10.31857/S0044513421120060
- Кидов А.А., Иволга Р.А., Кописки Е.Д., Шахина Ю.Е., Мальнов Д.А., Кондратова Т.Э. 2024б. Личиночное развитие двух синтопических видов амфибий (*Bombina orientalis*, Anura, Bombinatoridae и *Dryophytes japonicus*, Anura, Hylidae) Дальнего Востока при раздельном и совместном обитании (по результатам лабораторных исследований) // Зоологический журнал. Т. 103, № 6. С. 108–117. DOI: 10.31857/S0044513424060052
- Кидов А.А., Кондратова Т.Э., Иволга Р.А., Кидова Е.А. 2022б. Репродуктивные характеристики камышовой жабы (*Epidalea calamita*, Amphibia, Bufonidae) в лабораторных условиях // Зоологический журнал. Т. 101, №9. С. 1008–1014. DOI: 10.31857/S0044513422070078
- Кидов А.А., Сербинова И.А. 2008. Опыт разведения кавказской жабы *Bufo verrucosissimus* (Pallas, [1814]) (Amphibia, Anura, Bufonidae) в лабораторных условиях // Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия: Мат. Всерос. конф. (Владикавказ, 28–30 апреля 2008 г.). Владикавказ: Сев.-Осет. ИГСИ им. В. И. Абаева. С. 49–53.

- Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. М.: Товарищество научных изданий КМК. 370 с.
- Лобачев Е.А. 2008. Влияние колебаний экологических факторов на эмбрионально-личиночное развитие земноводных: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саранск. 23 с.
- Ляпков С.М. 2003. Сохранение и восстановление разнообразия амфибий европейской части России: разработка общих принципов и эффективных практических мер. Научно-методическое руководство по изучению и охране амфибий. М.: Товарищество науч. изд. КМК. 116 с.
- Матушкина К.А., Кидов А.А., Серякова А.А. 2017. Выращивание личинок узкоареальных триплоидных жаб, *Bufo batorae* (Stöck, Schmid, Steinlein et Grosse, 1999) с применением полнорационных кормов для аквариумных рыб // Вестник Тамбовского университета. Серия естественные и технические науки. Т. 22, №5-1. С. 960–964.
- Матушкина К.А., Кидов А.А., Серякова А.А. 2020. Применение полнорационных кормов для рыб в зоокультуре жаб рода *Bufo* (Amphibia, Anura, Bufonidae) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2020. № 1 (29). С. 36–45. DOI 10.21685/2307-9150-2020-1-4
- Трухачев В.И., Юлдашбаев Ю.А., Свиначев И.Ю., Амерханов Х.А., Прохоров И.П., Соловьева О.И., Демин В.А., Буяков Н.П., Кидов А.А., Селионова М.И., Маннапов А.Г., Иванова О.В., Семак А.Э., Ксенофонтов Д.А., Дюльгер Г.П., Латынина Е.С., Малородов В.В., Савчук С.В., Олесюк А.П., Сергеенкова Н.А. 2022. Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ: коллективная монография. М.: ООО «Мегаполис». 337 с.
- Утешев В.К., Кидов А.А., Каурова С.А., Шишова Н.В. 2013а. Первый опыт размножения тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) с использованием оплодотворения икры уринальной спермой // Вестник Тамбовского университета. Серия естественные и технические науки. Т. 18, №6–1. С. 3090–3092.
- Утешев В.К., Кидов А.А., Каурова С.А., Шишова Н.В., Мельникова Е.В., Ковалев А.В. 2013б. Сравнительная характеристика уринальной спермы трех видов палеарктических бурых лягушек // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 6-1. С. 3087–3090.
- Хейер В.Р., Доннелли М.А., Мак Дайермид Р.В. 2003. Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных. М.: Изд-во КМК. 380 с.
- Barbosa J.M., Silveira A.M., Gomide C.A. 2005. Heterogeneous growth of bullfrog tadpoles fed with different diets // Pesquisa Agropecuária Brasileira. V. 40 (10). P. 1015-1019.
- Carmona-Osalde C., Olvera-Novoa M.A., Rodríguez-Serna M., Flores-Nava A. 1996. Estimation of the protein requirement for bullfrog (*Rana catesbeiana*) tadpoles, and its effect on metamorphosis ratio // Aquaculture. V. 141 (3-4). P. 223-231. DOI: 10.1016/0044-8486(95)01232-X

- Cowey C.B. 1979. Protein and amino acid requirements of finfish. *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology* V. 1. P. 3-16.
- Frost D.R. 2024. Amphibian Species of the World, an Online Reference. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>
- Gao J., Li X., Lu K., Song K., Zhang J., Wang L., Zhang C. 2024. Optimal dietary protein level for the growth and metamorphosis of bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) tadpoles // *Aquaculture*. V. 580. 740265. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2023.740265
- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae // *Herpetologica*. V. 16. P. 183–190.
- Kupferberg S.J. 1997. The role of larval diet in anuran metamorphosis // *American Zoologist*. V. 37 (2). P. 146-159.
- Luedtke J.A., Chanson J., Neam K., Hobin L., Maciel A.O. et al. 2023. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*. V. 622. P. 308–314. DOI: 10.1038/s41586-023-06578-4
- Martinez I.P., Herraes P., Álvarez R. 1993. Optimal level of dietary protein for *Rana perezi* Seoane larvae // *Aquaculture Research*. V. 24 (3). P. 271–278. DOI: 10.1111/j.1365-2109.1993.tb00550.x
- Martins F.M.S. do Mar Oom M., Rebelo R., Rosa G.M. 2013. Differential effects of dietary protein on early life-history and morphological traits in Natterjack toad (*Epidalea calamita*) tadpoles reared in captivity // *Zoo Biology*. V. 32. P. 457-462. DOI: 10.1002/zoo.21067
- Mello S.C.R.P., de Seixas Filho J.T.; Pinto E.C.; Silva W.N.; Souza M.S., Pereira M.M. 2024. Growth performance of bullfrog tadpoles (*Aquarana catesbeiana*) subjected to different diets and feeding management practices. *Revista Brasileira de Zootecnia* V. 53. e20240030. DOI: 10.37496/rbz5320240030
- Sretarugsa P, Luangborisut P, Kruatrachue M, Upatham S. 1997. Effects of diets with various protein concentrations on growth, survival and metamorphosis of *Rana tigerina* and *R. catesbeiana* // *J Sci Soc Thailand*. V. 23. P. 209-224.
- Tejedo M., Marangoni F., Pertoldi C., Richter-Boix A., Laurila A., Orizaola G., Nicieza A.G., Álvarez D., Gomez-Mestre I. 2010. Contrasting effects of environmental factors during larval stage on morphological plasticity in post-metamorphic frogs. *Clim Res*. V. 43. P. 31–39.
- Uteshev V.K., Gakhova E.N., Kramarova L.I., Shishova N.V., Kaurova S.A., Kidova E.A., Kidov A.A., Browne R.K. 2023 Russian collaborative development of reproduction technologies for the sustainable management of amphibian biodiversity // *Asian Herpetological Research*. V. 14 (1). P. 103-115. DOI: 10.16373/j.cnki.ahr.220043

THE EFFECTIVENESS OF USING FEEDS WITH DIFFERENT PROTEIN CONTENT IN THE GROWING OF ANURAN AMPHIBIAN LARVAE (FOR EXAMPLE, *BUFOTES VIRIDIS*, AMPHIBIA, ANURA, BUFONIDAE)

T.E. Kondratova, M.A. Motoshina, R.A. Ivolga, A.A. Kidov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev

Agricultural Academy, Moscow

This study presents the results of rearing green toad (*Bufotes viridis*) larvae from the onset of exogenous feeding until emergence onto land. Larvae were distributed into containers (39×28×28 cm; 18 L useful volume) at a density of 36 individuals per container. In total, 5 experimental groups were created, each of which was repeated three times. The water temperature in the containers was maintained at 25°C using heaters with a thermostat. Larvae were fed every other day with complete compound feeds. Granular feeds for salmon and sturgeon from Coppens International (Netherlands) were used for the first four experimental groups, and flake-like feeds for aquarium fish from Tetra GmbH (Germany) were used for the fifth group. The feeds had a similar chemical composition, but differed significantly in protein content (from 40 to 63%). In all experimental groups, larvae had a high survival rate before metamorphosis (72.2–100%). There were no statistically significant differences in survival between the groups. There was a significant negative dependence of larval survival on the protein content in the diet. Also, with an increase in the protein content in feeds, the duration of larval development decreased. The body length and weight of young toads depended weakly but statistically significantly on the protein content in feeds and correlated with duration of larval development in each of the experimental groups. It has been shown that full-fledged Coppens brand feeds are more profitable for growing toad larvae than feeds for aquarium fish. Among these feeds, the option with a protein level of 56% (Coppens Advance) is optimal, since when using it, it was possible to obtain the largest larvae in shortest possible time with a high survival rate.

Keywords: *Amphibians, feeding, captive breeding, development, growth, survival.*

Об авторах:

КОНДРАТОВА Татьяна Эдуардовна – ассистент кафедры зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: t.kondratova@rgau-msha.ru.

МОТОШИНА Мария Алексеевна – студентка института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: maria0708@mail.ru.

ИВОЛГА Роман Александрович – ассистент кафедры зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: romanivolga@rgau-msha.ru.

КИДОВ Артем Александрович – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: kidov@rgau-msha.ru.

Кондратова Т.Э. Эффективность применения кормов с различным содержанием протеина при выращивании личинок бесхвостых земноводных (на примере *Bufo viridis*, Amphibia, Anura, Bufonidae) / Т.Э. Кондратова, М.А. Мотошина, Р.А. Иволга, А.А. Кидов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 22-32.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.12.24

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 591.9

DOI: 10.26456/vtbio395

СТРУКТУРА ОРНИТОФАУНЫ ГОРОДА ЗЕЛЕНОГРАДА И ЕЕ СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА

З. Ахмад

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

В статье проведен анализ видового состава птиц подмосковного города Зеленограда, таксономической структуры орнитофауны, характера пребывания птиц. Оценена степень фаунистического сходства птиц в сезонном и биотопическом аспектах; проведен сравнительный анализ городских орнитокомплексов севера и северо-запада Подмосковья.

Ключевые слова: *Зеленоград, орнитофауна города, сезонная динамика орнитофауны, индекс фаунистического сходства.*

Введение. Зеленоград, как один из наиболее озелененных городов Подмосковья, с большим количеством парков, лесопарковых зон и водоемов, создает благоприятные условия для обитания множества видов птиц.

Город расположен на севере Московской области, на Смоленско-Московской возвышенности и имеет много природных особенностей, связанных с этим. Он находится примерно в 20 км от МКАД и в 37 км от северо-западной границы Москвы. Характеризуется умеренно континентальным климатом с холодной зимой и тёплым летом (Климатические данные..., 2025).

Птицы Москвы и Подмосковья неплохо изучены в фаунистическом отношении (Птушенко, 1967; Птушенко, Иноземцев, 1968; Ильичёв и др., 1987). Но продолжающаяся интенсивная урбанизация и синантропизация птиц ставят перед исследователями важную задачу изучения городских орнитокомплексов и мониторинг их формирования.

Орнитофауна г. Зеленограда, её структура и сезонная динамика не рассматривались, поэтому представляется актуальным изучение видового состава птиц, их биотопического распределения и сезонной изменчивости.

Методика. Орнитофауна г. Зеленограда изучалась в течение трёх лет с ноября 2021 г. по ноябрь 2024 г. при проведении круглогодичных маршрутных учётов птиц по методике Ю.С. Равкина (Равкин, 1967; Равкин, Ливанов, 2008). Проведены 162 учёта; общая протяжённость маршрутов составила 894 км.

В городе обследовались 3 типа местообитаний, которые рассматриваются в рамках ландшафтного урочища: застроенные районы города, лесопарковая зона и водоёмы.

Границы сезонов года определены следующим образом:

- весна: 1 марта – 15 мая;
- лето: 16 мая– 31 августа;
- осень: 1 сентября – 15 ноября;
- зима: 16 ноября – 28 февраля.

Типы фауны приводятся по Б.К. Штегману [1938] с некоторыми поправками. Названия видов птиц представлены по Е.А. Коблику с соавторами [2006]. Фаунистическое сходство орнитокомплексов оценено индексом Жаккара (Jaccard, 1902).

Результаты и обсуждение. В г. Зеленограде во все сезоны отмечены 93 вида птиц из 12 отрядов и 38 семейств, что составляет около 40 % от орнитофауны Московской области.

Таксономическая структура орнитофауны. По числу видов абсолютно преобладают представители отряда Passeriformes (табл. 1.)

Таблица 1

Таксономический состав орнитофауны г. Зеленограда

Отряд	Число видов	Доля, %
Гусеобразные (Anseriformes)	3	3,3
Соколообразные (Falconiformes)	4	4,4
Курообразные (Galliformes)	2	2,2
Журавлеобразные (Gruiformes)	1	1,1
Ржанкообразные (Charadriiformes)	8	8,7
Голубеобразные (Columbiformes)	3	3,3
Кукушкообразные (Cuculiformes)	1	1,1
Совообразные (Strigiformes)	1	1,1
Стрижеобразные (Apodiformes)	1	1,1
Ракшеобразные (Coraciiformes)	1	1,1

Дятлообразные (Piciformes)	6	6,5
Воробьинообразные (Passeriformes)	62	66,1
Всего видов	93	100

Отряд Воробьинообразные Passeriformes представлен в г. Зеленограде 23 семействами птиц; по числу видов лидируют Вьюрковые Fringillidae (10 видов), Мухоловковые Muscicapidae (8), Врановые Corvidae (6) и Синицевые Paridae (5).

На втором месте по числу видов располагается отряд Ржанкообразные Charadriiformes, представленный 3 семействами, по числу видов лидируют Чайковые Laridae (4 вида) и Бекасовые Scolopacidae (3). Третье место по разнообразию видов принадлежит отряду Дятлообразные Piciformes, представленному одним семейством Дятловые Picidae.

Это распределение несколько различается с полученным на сопредельной территории, в населённых пунктах северо-западного Подмосковья (Железнова, Железнов-Чукотский, 2024): там выше доля Passeriformes (70.8 % от видового состава), вторую позицию занимает отряд Piciformes (8.8 %); Falconiformes Charadriiformes (4.4) – только на третьей позиции по разнообразию отмеченных видов.

В Зеленограде 39 видов птиц (42 % от всех зарегистрированных в городе) внесены в Красную книгу Москвы (Красная книга Москвы, 2022).

Фаунистическое сходство сезонных орнитокомплексов. Межсезонное сравнение списков отмеченных видов птиц показывает, что наибольшую степень фаунистического сходства демонстрируют внезимние орнитокомплексы (табл. 2), наименьшую общность орнитофауны обнаруживают все сезоны по сравнению с зимним периодом.

Таблица 2

Межсезонные коэффициенты орнитофаунистического сходства в Зеленограде, индекс Жаккара, %

Сезоны	Весна	Лето	Осень	Зима
Весна	-	96	98	59
Лето	-	-	97	56

Весенние и летние орнитокомплексы демонстрируют очень высокую степень сходства; только весной встречены серая куропатка

Perdix perdix, седой дятел *Picus canus*, свиристель *Bombycilla garrulus*; с другой стороны, только в летнее время зарегистрирован чирок-свистунок *Anas crecca*. Последний вид определяет различие летних и осенних сообществ птиц, наряду со свиристым, который начинает осенью прикочёвку в город.

Весенние и осенние орнитокомплексы также фаунистически сходны (см. таблицу 2); только весной зарегистрированы седой дятел и серая куропатка, осенью самобитные виды не обнаружены.

Все три сезона года – весна, лето и осень – как уже отмечалось выше, имеют незначительную степень сходства с зимним сообществом птиц: все перелётные виды естественным образом зимой в городе отсутствуют (а это порядка четырёх десятков видов). Вместе с тем, в зимнее время не отмечены ни одного вида птицы, который бы отсутствовал в какой-либо из сезонов.

По биотомам сравнение списков отмеченных видов птиц показывает, что наибольшую степень фаунистического сходства показывают застройки и лесопарки, а наименьшую – застройки и водоёмы (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты орнитофаунистического сходства птиц по биотомам Зеленограда, индекс Жаккара, %

Местообитание	Застройки	Лесопарки	Водоёмы
Застройки	-	27	5
Лесопарки	-	-	11

Эколого-топическая классификация птиц. В Зеленограде преобладают дендрофилы (50.5 %). На втором месте располагаются лимнофилы (19.3 %); наименьшие доли приходятся на кампофилов (27.9 %) и склерофилов (2.1 %) (рисунок).



Рисунок. Соотношение экологических групп птиц, %

Сходное распределение демонстрируют орнитокомплексы населённых пунктов северо-западного Подмосковья: в них также

наиболее высока доля дендрофильно-кустарниковых птиц (72,5%) (Железнова, Маловичко, 2020).

Соотношение фауно – генетических групп птиц. В Зеленограде преобладают виды птиц с европейским ареалом. На втором месте по числу видов располагаются транспалеарктические, меньше доля птиц сибирских, голарктических, китайских, монгольских и неясного происхождения. Наименьшую долю составляют средиземноморские птицы (табл. 4).

Таблица 4

Распределение видов птиц по типам фауны в г. Зеленограде

Тип фауны	Число видов птиц	Доля, %
Европейский	46	49.4
Голарктический	3	3.2
Транспалеарктический	26	27.9
Китайский	3	3.2
Монгольский	2	2.1
Сибирский	10	10.7
Средиземноморский	1	1.0
Неясного происхождения	2	2.1
Всего	93	100

Сходное распределение получено для орнитокомплексов населённых пунктов северо-западного Подмосковья: в них также наиболее высока доля европейских птиц и транспалеарктов, что типично для населённых пунктов Московской области (Железнова, Железнов-Чукотский, 2015).

Распределение видов птиц по характеру пребывания. Из общего числа зарегистрированных видов птиц на территории города Зеленограда большинство относятся к гнездящимся перелётным (табл. 5).

На втором месте располагаются гнездящиеся оседлые виды.

Это распределение несколько различается с полученным на сопредельной территории, в селитебных местообитаниях северо-западного Подмосковья абсолютное большинство – 28 видов – гнездящиеся осёдлые (54,9%), 23 вида – гнездящиеся перелётные (45,0%) (Железнова, Маловичко, 2020).

Таблица 5

Распределение видов птиц по характеру пребывания в г. Зеленограде

Характер пребывания	Число видов птиц	Доля, %
Гнездящиеся перелётные	48	51.6
Залётные	1	1.0
Гнездящиеся осёдлые	26	27.9
Пролётные (транзитные)	8	8.6
Неясного пребывания	5	5.3
Зимнее пребывание (зимующие)	5	5.3
Всего	93	100

Заключение. Таким образом, в Зеленограде зарегистрировано 93 вида птиц из 12 отрядов и 38 семейств, с преобладанием воробьинообразных. Основную группу составляют гнездящиеся перелётные виды, преимущественно транспалеарктического и европейского типов фауны. Значительная видов птиц включены в Красную книгу Москвы. В Зеленограде доминируют дендрофильные виды птиц, что определяется высокой степенью озеленённости города. Высокое межсезонное фаунистическое сходство орнитокомплексов наблюдается во все периоды, кроме зимнего (за счёт существенного обеднения видового состава в этот сезон). Орнитокомплексы застроенных массивов наиболее высока при сравнении с лесопарками; в то время как застройка и водоёмы демонстрируют наименьшие значения коэффициентов сходства.

Список литературы

- Железнова Т.К., Маловичко Л.В.* 2020. Осенние орнитокомплексы селитебных местообитаний северо-западного Подмосковья // Вестник Тверского гос. университета. Серия Биология и экология. № 1 (57). С. 102-109.
- Железнова Т.К., Железнов-Чукотский Н.К.* 2024. Птицы северо-западного Подмосковья. – М.: У Никитских ворот. 408 с.
- Железнова Т.К., Железнов-Чукотский Н.К.* 2015. Типы фауны птиц в местообитаниях Северо-Западного Подмосковья // Современные тенденции развития науки и технологий. № 9-1. С. 73-74.
- Ильичёв В.Д., Бутьев В.Т., Константинов В.М.* 1987. Птицы Москвы и

- Подмосковья. М. 272 с.
- Климатические данные Зеленограда* [Электронный ресурс] // Climate-Data.org.URL: <https://ru.climate-data.org/азия/Российская-федерация/Москва/Зеленоград-3049/>-(Дата обращения: 10.01.2025)
- Красная книга города Москвы*. 3-е изд., перераб. и доп. М., 2022. 848 с.
- Птушенко Е.С.* 1967. Структура орнитологических сообществ Московской области // Животное население Москвы и Подмосковья. М. С. 22.
- Птушенко Е.С., Иноземцев А.А.* 1968. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий. М. 406 с.
- Равкин Ю.С.* 1967. К методике учёта птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука. С. 66-75.
- Равкин Ю.С., Ливанов С.Г.* 2008. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления. Новосибирск: Наука. 205 с.
- Jaccard P.* 1902. Lois de destribucion florade dans la zone alpine//Bull. Soc.Vaund. Sci. Nat. V. 38. P. 69-130.

THE STRUCTURE OF AVIFAUNA OF ZELENOGRAD CITY AND ITS SEASONAL DYNAMICS

Z. Ahmad

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

This article provides an analysis of the avian species composition, taxonomic structure of the avifauna, and residency patterns of birds in Zelenograd, a city in the Moscow Oblast. The degree of faunistic similarity among birds was assessed in seasonal and biotopic contexts, and a comparative analysis of urban bird communities in the northern and northwestern Moscow Oblast using the Jacquard coefficient was conducted.

Keywords: *avifauna of the city, Zelenograd, seasonal dynamics, biotopes, faunal similarity index.*

Об авторе

АХМАД Зейнаб – аспирант кафедры зоологии института зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: Zeinab1w1ahmad@gmail.com.

Ахмад З. Структура орнитофауны города зеленограда и ее сезонная динамика / З. Ахмад // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 33-40.

Дата поступления рукописи в редакцию: 08.12.24
Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 597.84:591.613
DOI: 10.26456/vtbio396

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИЧИНОК *HERMETIA ILLUCENS* (INSECTA, DIPTERA, STRATIOMYIDAE) В КОРМЛЕНИИ *PLEURODELES WALTL* (AMPHIBIA, CAUDATA, SALAMANDRIDAE)*

**А.А. Кидов, Д.В. Гриньченко, Я.А. Воронов, А.В. Жевнеров,
М.А. Пчелкина, А.С. Луценко, Е.А. Кидова**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва

Личинки черной львинки (*Hermetia illucens*) получили широкое распространение в кормлении сельскохозяйственных животных. Первые результаты получены в зоокультуре земноводных. В настоящем исследовании представлены результаты применения черной львинки в выращивании молоди испанского ребристого тритона (*Pleurodeles waltl*). Измельченную массу личинок *H. illucens* добавляли в смеси на основе мотыля (*Chironomidae*) и заливали раствором желатина. Применяли три варианта рационов: 100% мотыль (контрольная группа); 50% измельченных личинок черной львинки и 50% мотыля (первая опытная группа); 25% личинок черной львинки и 75% мотыля (вторая опытная группа). *P. waltl* после прохождения метаморфоза по 5 экземпляров выращивали в полипропиленовых контейнерах размером 39×29×14 см и наполненных 17 л воды. Каждую экспериментальную группу выращивали в трех повторностях. Таким образом, всего в эксперименте были задействованы 9 контейнеров и 45 тритонов. Полученные результаты позволяют утверждать, что добавление в рацион тритонов до 25% личинок черной львинки улучшает рост и снижает стоимость кормления при сохранении высокой выживаемости.

Ключевые слова: испанский ребристый тритон, черная львинка, зоокультура.

Введение. Разработка физиологически полноценных и дешевых рационов является одной из важнейших задач для создания протоколов культивирования амфибий в искусственно созданной среде обитания (Дроздова и др., 2015; Матушкина и др., 2020; Трухачев и др., 2022). Хвостатые земноводные (Caudata) – одни из наиболее распространенных модельных объектов в разнообразных

* Работа выполнена за счёт средств Программы развития РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»

биологических исследованиях (Марголис, Мантейфель, 1978; Утешев и др., 2013; Кидов и др., 2017). Испанский ребристый тритон (*Pleurodeles waltl* Michahelles, 1830) культивируется, начиная с начала XX в., однако массовое использование этого вида в лабораториях по всему миру началось с 1950-х гг. (Воронцова и др., 1952). Это обусловлено высокой плодовитостью, скоростью эмбриогенеза, быстрым ростом и ранним достижением половой зрелости, легкостью получения полиплоидов и инверсии пола (Васецкий, 1975). *P. waltl*, начиная с 1985 г, принимал участие в шести космических миссиях (Dournon et al., 2001; Grigoryan et al., 2002). Тритоны способны всю жизнь обитать в воде без выхода на сушу, устойчивы к заболеваниям и травмам. Благодаря тому, что большинство постоянноводных амфибий (включая *P. waltl*) находят свою добычу преимущественно по запаху, они могут успешно потреблять неподвижные корма. Это открывает широкие перспективы для создания искусственных полнорационных смесей для кормления хвостатых земноводных в лабораторных популяциях.

В более раннем исследовании было показано, что перспективным объектом для включения в рацион амфибий является черная львинка (*Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758)) (Кидов и др., 2024). При культивировании в искусственных условиях, она является дешевым источником биомассы с высоким содержанием протеина и жира (Башаров и др., 2022), что способствовало ее широкому распространению в кормлении животных (Лиман и др., 2021; Медведев и др., 2023; Папаев и др., 2023).

Целью настоящего исследования является оценка эффективности включения личинок черной львинки в рацион испанского ребристого тритона при выращивании в искусственно созданной среде обитания.

Методика. Эксперименты проводили в 2022–2023 гг. на базе кафедры зоологии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). Для исследований использовали молодь, полученную от лабораторного размножения одной пары тритонов. Условия получения и выращивания потомства до метаморфоза проводили по многократно отработанной схеме (Кидов и др., 2017; Кидов, Немыко, 2018). После прохождения молодыми тритонами 56 стадии развития по Глейзнеру (Glaesner, 1925), их случайным образом делили на группы по 5 особей, индивидуально взвешивали, а в последующем рассаживали в наполненные водой контейнеры размером 39×29×14 см с полезным объемом 17 л. Температура воды в период исследований варьировала в пределах 16–25°C. Источником света в течение 8 ч в сутки служили люминисцентные лампы.

Тритонов кормили самостоятельно приготовленными влажными смесями разного состава. Размороженных личинок черной львинки и

мотыль (личинки комаров-звонцов из семейства Chironomidae Newman, 1834) измельчали и заливали теплым раствором желатина в пропорции по объему 3 к 1. В экспериментах использовали три варианта желатинизированной кормовой смеси: мотыль (контрольная группа, так как мотыль является наиболее распространенным для выращивания хвостатых земноводных в искусственно созданной среде обитания (Кидов и др., 2017б; Кидов, Немыко, 2018)); личинки черной львинки и мотыль в равных пропорциях (первая опытная группа); 75% мотыля и 25% львинки (вторая опытная группа).

Аналитический состав экспериментальных кормовых смесей был установлен по стандартным методикам на оборудовании Учебно-научного центра коллективного пользования РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева – «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений». Было установлено, что применяемые в исследованиях корма характеризовались близким между собой содержанием большинства анализируемых веществ, однако значительно отличались по уровню сырого жира (табл. 1).

Таблица 1

Аналитический состав кормовых смесей,
использованных в эксперименте

Группа	Содержание веществ			
	сухое веществ о, %	сырой протеин, % от сухого вещества	сырой жир, % от сухого вещества	зола, % от сухого вещества
Контрольная (мотыль + раствор желатина)	19,36	71,93	3,33	1,89
Первая опытная (50% мотыль + 50% львинка + раствор желатина)	21,64	63,13	13,30	1,35
Вторая опытная (75% мотыль + 25% львинка + раствор желатина)	19,66	60,30	6,07	1,74

Выращивание проводили в течение года (365 суток). Каждую экспериментальную группу повторяли трехкратно, то есть всего в исследовании были задействованы 9 контейнеров и 45 тритонов. Кормление тритонов осуществляли через день, взвешивали животных в начале каждого месяца. Анализируемыми показателями были выживаемость, прирост массы и затраты кормов.

Анализ данных проводили при помощи пакета программ Microsoft Excel 2016. Рассчитывали среднее арифметическое и стандартное отклонение ($M \pm SD$).

Результаты и обсуждение. Через год выращивания наибольшая биомасса животных была в группе, получавшей смесь с

низким содержанием личинок черной львинки. Абсолютный прирост массы тритонов в контейнере во второй опытной группе в среднем был выше на 49%, чем в группе, питавшейся кормосмесью с высоким содержанием личинок черной львинки (первая опытная группа), и на 19% выше, чем в группе, поедавшей корм из мотыля (табл. 2). Средняя масса одного тритона из второй опытной группы была выше этого показателя в контроле на 19%.

Таблица 2
Прирост массы *Pleurodeles waltl* в различных экспериментальных группах
(среднее по трем повторностям)

Группа	Масса, г				Прирост массы			
	в начале выращивания		через год выращивания		абсолютный, г		относительный, %	
	1 животное	все животные	1 животное	все животные	1 животное	все животные	1 животное	все животные
Контрольная	2,02 ± 0,28	10,10 ± 1,61	12,99 ± 2,09	60,60 ± 2,66	10,10 ± 3,94	50,50 ± 2,86	611,15 ± 180,22	609,52 ± 91,24
Первая опытная	1,96 ± 0,27	9,82 ± 1,53	8,25 ± 3,11	41,27 ± 5,32	6,29 ± 2,99	31,45 ± 4,06	417,57 ± 145,74	422,08 ± 31,50
Вторая опытная	2,02 ± 0,32	10,12 ± 1,72	14,43 ± 1,71	72,15 ± 1,88	12,41 ± 1,59	62,03 ± 1,05	723,84 ± 107,03	725,30 ± 106,86

Тритоны во всех экспериментальных группах характеризовались высокой выживаемостью (табл. 3). Элиминация одного животного наблюдалась в начале исследований только в одной повторности контрольной группы, и может быть связана со случайными, не связанными с качеством рациона, причинами.

Самыми низкими затратами кормов на всех животных в контейнере и на одно животное характеризовалась первая опытная группа. Вероятно, это было обусловлено плохой поедаемостью корма с высоким содержанием личинок черной львинки. При этом самый низкий кормовой коэффициент (затраты кормов на единицу прироста) был во второй опытной группе: ниже, чем в контроле, на 37%, и чем в первой опытной группе – на 72%.

Таблица 3
Выживаемость и затраты кормов при выращивании *Pleurodeles waltl*
(среднее по трем повторностям)

Группа	Выживаемость, %	Затраты кормов за период выращивания, г		Кормовой коэффициент
		на 1 животное	на всех животных	
Контрольная	93,33 ± 11,55	174,25 ± 11,49	837,97 ± 1,29	16,63 ± 0,94
Первая опытная	100,0 ± 0,0	129,55 ± 0,07	647,77 ± 0,33	20,84 ± 2,90
Вторая опытная	100,0 ± 0,0	150,29 ± 0,36	751,44 ± 1,78	12,12 ± 0,20

Введение в рацион небольшого количества личинок черной львинки способствовало снижению денежных затрат на кормление (табл. 4). Так, на единицу прироста массы тритонов во второй опытной группе затраты были ниже, чем в первой опытной группе, на 31%, и чем в контроле – на 68%.

Таблица 4

Денежные затраты на кормление при
выращивании гребенчатого тритона

Группа	Денежные затраты на кормовую смесь за период выращивания, руб.	Денежные затраты для получения прироста 100 г животных, руб.
Контрольная (мотыль + раствор желатина)	2168,26	1431,10
Первая опытная (50% мотыль + 50% львинка + раствор желатина)	1056,67	1119,83
Вторая опытная (75% мотыль + 25% львинка + раствор желатина)	1585,06	851,73

В целом, полученные в настоящем исследовании результаты во многом согласуются с материалами, полученными ранее на другом виде – гребенчатом тритоне (*Triturus cristatus* (Laurenti, 1768)) (Кидов и др., 2024). По всей видимости, и в этом случае мы наблюдаем негативное влияние кормов с высоким содержанием жира на рост и выживаемость хвостатых амфибий, что было отмечено и ранее (Кидов и др., 2017а; Дроздова, 2020). Вероятно, по этой причине, а также из-за жестких покровов, личинки черной львинки плохо поедаются, как в нативном состоянии, так и измельченными. Однако, включение личинок этого вида насекомых в кормовые смеси до 25% по массе позволяет увеличить приросты и снизить затраты на кормление, вероятно – из-за повышения общей энергетической питательности рациона.

Заключение. Введение в рацион испанского ребристого тритона измельченных личинок черной львинки до 25% от массы кормосмеси улучшает показатели роста и повышает окупаемость кормов при сохранении высокой выживаемости. Дальнейшее увеличение содержания биомассы черной львинки до 50% способствует снижению темпов роста и перерасходу кормов.

Список литературы

- Башаров А.А., Андриянова Э.М., Юмагузин И.Ф. 2022. Результаты выращивания цыплят-бройлеров при скормлинии личинок мухи черной львинки // Генетика и разведение животных. № 2. С. 5–12.
- Васецкий С.Г. 1975. Испанский тритон *Pleurodeles waltlii* Michah // Объекты биологии развития. М.: Наука. С. 342-369.
- Воронцова М.А., Лиознер Л.Д., Маркелова И.В., Пухальская Е.Ч. 1952. Тритон и аксолотль. М.: Советская Наука. 296 с.
- Дроздова Л.С. 2020. Оценка эффективности использования личинок большой восковой моли (*Galleria mellonella*) в зоокультуре земноводных: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва: Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. 22 с.
- Дроздова Л.С., Кидов А.А., Матушкина К.А., Корниенков П.И., Кудрявцева Н.А., Пашина М.М., Африн К.А., Блинова С.А. 2015. Техническая окупаемость живых кормов и рост молоди жабы Латаста, *Bufo latostii* (Boulenger, 1882) в искусственных условиях // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. №3. С. 25-32.
- Кидов А.А., Гриньченко Д.В., Воронов Я.А., Жевнеров А.В., Пчелкина М.А., Голубев А.И., Кидова Е.А. 2024. Эффективность использования *Hermetia illucens* в кормлении хвостатых земноводных в искусственно созданной среде обитания // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. № 2(74). С. 59–67. DOI: 10.26456/vtbio361
- Кидов А.А., Дроздова Л.С., Матушкина К.А., Пашина М.М. 2017а. Применение различных живых кормов в выращивании тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) после метаморфоза // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Т. 22, № 5-1. С. 911–916. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-911-916
- Кидов А.А., Матушкина К.А., Шиманская Е.А., Царькова Т.Н., Немыко Е.А. 2017б. Репродуктивная характеристика самок тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) в лабораторных условиях // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. № 3-1 (95). С. 10-17.
- Кидов А.А., Немыко Е.А. 2018. Размножение тритона Ланца, *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914) (Salamandridae, Amphibia) в искусственных условиях // Современная герпетология. Т. 18, № 3-4. С. 125–134. DOI: 10.18500/1814-6090-2018-18-3-4-125-134
- Лиман С.А., Давыденко Т.М., Лебедев В.Ю., Ушакова Н.А. 2021. Перспективность использования личинок черной львинки *Hermetia illucens* в кормах для объектов индустриальной аквакультуры // Достижения науки и техники АПК. Т. 35. № 8. С. 35-39.
- Матушкина К.А., Неверова А.О., Иволга Р.А. 2020. Особенности роста и развития батурской жабы *Bufo baturae* (Stöck, Schmid, Steinlein and Grosse, 1999) на различных кормах // Естественные и технические науки. № 2 (140). С. 82-86.

- Марголис С.Э., Мантейфель Ю.Б. 1978. Сенсорные системы и поведение хвостатых амфибий. М.: Наука. 163 с.
- Медведев А.Ю., Волгина Н.В., Сметанкина В.Г. 2023. Биологические особенности личинок *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* и *Hermetia illucens* в качестве источника кормового белка для животных // Ветеринарная патология. Т. 22. № 2. С. 19-25.
- Папаев Р.М., Шаламова Г.Г., Ежкова А.М., Мотина Т.Ю., Талан М.С., Ундалов Р.В. 2023. Физиологическое обоснование применения личинок мухи черная львинка в кормлении норок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. Т. 253. № 1. С. 215–219.
- Трухачев В.И., Юлдашбаев Ю.А., Свиначев И.Ю., Амерханов Х.А., Прохоров И.П., Соловьева О.И., Демин В.А., Буряков Н.П., Кидов А.А., Селионова М.И., Маннапов А.Г., Иванова О.В., Семак А.Э., Ксенофонтов Д.А., Дюльгер Г.П., Латынина Е.С., Малородов В.В., Савчук С.В., Олесюк А.П., Сергеенкова Н.А. 2022. Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ: коллективная монография. М.: ООО «Мегаполис». 337 с.
- Утешев В.К., Кидов А.А., Каурова С.А., Шишова Н.В. 2013а. Первый опыт размножения тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Strauch, 1870) с использованием оплодотворения икры уринальной спермой // Вестник Тамбовского университета. Серия естественные и технические науки. Т. 18, №6–1. С. 3090-3092.
- Dournon C., Durand D., Tankosic C., Membre H., Gualandris-Parisot L., Bautz A. 2001. Effects of microgravity on the larval development, metamorphosis and reproduction of the urodele amphibian *Pleurodeles waltl* // Development, Growth & Differentiation. V. 43, № 3. P. 315-326. DOI: 10.1046/j.1440-169x.2001.00575.x
- Glaesner L. 1925. Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte des gemeinen Wassermolches (*Molge vulgaris*). Fisher Verlag, Jena. 49 s.
- Grigoryan E.N., Mitashov V.I., Anton H.J. 2002. Urodelean amphibians in studies on microgravity: effects upon organ and tissue regeneration // Advances in Space Research. V. 30, № 4. P. 757-764. DOI:10.1016/S0273-1177(02)00392-7

APPLICATION OF *HERMETIA ILLUCENS* (INSECTA, DIPTERA, STRATIOMYIDAE) LARVAE IN FEEDING *PLEURODELES WALTL* (AMPHIBIA, CAUDATA, SALAMANDRIDAE)

**A.A. Kidov, D.V. Grinchenko, Y.A. Voronov, A.V. Zhevnerov,
M.A. Pchelkina, A.S. Lutsenko, A.A. Kidova**

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow

Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae are widely used in feeding agricultural animals. Initial findings have now been extended to amphibian zooculture. This study presents the results of utilizing *H. illucens* larvae in rearing juvenile Iberian ribbed newts (*Pleurodeles waltl*). Finely ground *H. illucens* larvae were mixed with bloodworms (*Chironomidae*) and embedded in a gelatin solution. Three dietary regimens were applied: 100% bloodworms (control group); 50% ground black soldier fly larvae + 50% bloodworms (first experimental group); and 25% black soldier fly larvae + 75% bloodworms (second experimental group). Post-metamorphic *P. waltl* were reared in polypropylene containers (39×29×14 cm; 17 L water volume) at a density of 5 individuals per container. Each experimental group was replicated three times, resulting in a total of 9 containers and 45 newts. The results demonstrate that supplementing newt diets with up to 25% black soldier fly larvae enhances growth rates and reduces feeding costs while maintaining high survival rates.

Keywords: Iberian ribbed newt, black soldier fly, zooculture.

Об авторах:

КИДОВ Артем Александрович – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: kidov@rgau-msha.ru.

ГРИНЬЧЕНКО Дмитрий Владимирович – аспирант кафедры зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: museum.zoo@yandex.ru.

ВОРОНОВ Ян Алексеевич – студент института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: jan.voronov@gmail.com.

ЖЕВНЕРОВ Алексей Валериевич – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии института агробиотехнологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: a.zhevnerov@rgau-msha.ru.

ПЧЕЛКИНА Мария Алексеевна – студент института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: mashenka.pchelka@mail.ru.

ЛУЦЕНКО Александра Сергеевна – студент института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: aleksandrulucenko35647@gmail.com.

КИДОВА Елена Александровна – кандидат биологических наук, инженер кафедры зоологии института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: kidova_ea@rgau-msha.ru.

Кидов А.А. Применение личинок *Hermetia illucens* (Insecta, Diptera, Stratiomyidae) в кормлении *Pleurodeles waltl* (Amphibia, Caudata, Salamandridae) / А.А. Кидов, Д.В. Гриньченко, Я.А. Воронов, А.В. Жевнеров, М.А. Пчелкина, А.С. Луценко, Е.А. Кидова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 41-49.

Дата поступления рукописи в редакцию: 02.02.25
Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 597.841:591.16
DOI: 10.26456/vtbio397

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИННЫХ ДОБАВОК НА ЛИЧИНОК ОБЫКНОВЕННОЙ ЖАБЫ, *BUFO BUFO* LINNAEUS, 1758 В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Н.М. Медовиков И.В. Африна, И.С. Хмелевая, К.А. Африн

Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва

В статье приводятся данные исследования влияния витаминных добавок на рост и развитие молоди обыкновенной жабы. Материалом для исследования послужило потомство от лабораторного размножения пары обыкновенных жаб, отловленных на территории городского округа Королёв (Московская область, Россия) в мае 2024 года. Оценивали размеры, длительность развития и выживаемость личинок. Молодь выращивалась в трех вариантах: витаминные добавки в концентрации 0,007 мл/л, 0,05 мл/л и контрольная группа. Концентрация оказывала влияние на продолжительность личиночного развития и размерные показатели молоди. Наименьшая средняя продолжительность личиночного развития наблюдалась у молоди, получавшей витаминные добавки из расчёта 0,05 мл/л, и составила 45 суток. Максимальная длина тела при выходе на сушу зарегистрирована в группе с концентрацией добавки 0,007 мл/л. Наибольшая масса тела отмечена при концентрации добавки 0,05 мл/л.

Ключевые слова: земноводные, *Bufo bufo*, личинки, витамины, зоокультура.

Введение. Будучи наиболее уязвимым классом позвоночных на нашей планете, земноводные испытывают значительное влияние кризиса биоразнообразия (IUCN Amphibian Redlist summary statistics, 2025). Процесс глобального сокращения численности и вымирания земноводных продолжается на протяжении нескольких десятилетий (Benton, 1985). По оценкам отдельных исследователей, скорость вымирания земноводных значительно превышает фоновую (McCallum, 2007).

Содержание и разведение земноводных является перспективным направлением зоокультуры. Основной целью создания лабораторных популяций земноводных является поддержание в искусственных условиях группы животных, которая может надежно воспроизводиться и способна сохранять большую часть генетических вариаций, присутствующих в естественной популяции, на протяжении длительного времени (Ласу, 2012). План действий по сохранению

амфибий (АСАР), опубликованный в 2007 году Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП), является официальным документом международного значения, который предлагает, в том числе, использование программ содержания амфибий в искусственных условиях в качестве способа их сохранения (Della Togna et al., 2020). Земноводные удобны для изучения в зоопарках и лабораториях, поскольку при содержании они требуют сравнительно небольших затрат труда и финансовых вложений, также они могут быть размещены в ограниченном пространстве (Browne, 2011).

В то время как витаминные премиксы и добавки широко применяются при выращивании молоди рыб, их использование в герпетокультуре требует дополнительных исследований, направленных на повышение выживаемости личинок земноводных. Витаминные премиксы и добавки используются при выращивании молоди рыб (Бахарева, 2001). Так их использование повышает выживаемость личинок осетровых (Пономарёва, Сорокина, 2004). Умеренное количество (31,81 мг/кг) дополнительного рибофлавина (B2) в рационе значительно увеличивает удельную скорость роста кижуча, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792), повышая также содержание липидов в мышечной ткани (Yu et al., 2022). У того же вида обогащение рациона пиридоксином (B6) увеличивает как удельную скорость роста, так и конечную массу тела (Yu et al., 2024). Витамин А также является необходимым элементом питания для рыб, который играет ключевую роль в различных физиологических процессах: он участвует в формировании зрения, развитии эмбрионов, росте организма, а также в поддержании здоровья эпителиальных клеток (Hernandez, Hardy, 2020). При этом рыбы способны переносить повышенные концентрации витамина А без негативных последствий для скорости роста (Dominguez et al., 2022).

Результаты выращивания земноводных с использованием витаминных премиксов и добавок противоречивы: у головастиков полосатого листолаза (*Phyllobates vittatus* Cope, 1893), выращенных на рационе с добавлением витамина А, наблюдалась более высокая смертность в сочетании с симптомами гипervитаминоза А (Arkin, Marquez, 2024); добавление каротиноидов и лютеинов в рацион молоди яркой ложной жабы (*Pseudophryne corroboree* Moore, 1953) либо не оказывало никакого эффекта (Byrne, Silla, 2017), либо влияло исключительно на скорость метаморфоза (McInerney et al., 2019) при отсутствии значимых различий в скорости роста и морфометрических показателях особей.

Вопросы витаминизации среды на ранних этапах онтогенеза в области выращивания земноводных остаются недостаточно

изученными, в отличие от ихтиокультуры. Влияние витаминизации на молодь земноводных неоднозначно и заслуживает специального исследования для представителей разных таксономических групп. Такие работы особенно актуальны для оптимизации технологии зоокультуры земноводных.

Обыкновенная жаба, *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) – центральный член комплекса *B. bufo*, широко распространённый от Западной Европы до Восточной Сибири вид, обычный для многих территорий (Кузьмин, 2012). Обыкновенная жаба испытывает значительный антропогенный стресс в странах Европы, что негативно сказывается на благополучии почти всех популяций, не смотря на принимаемые меры охраны (Budzik et al., 2013). В искусственных условиях *B. bufo* подолгу живёт и регулярно размножается.

Цель настоящего исследования – оценка роста, развития и выживаемости личинок обыкновенной жабы при различном количестве витаминных добавок в воде.

Методика. Исследование проводили в мае – июле 2024 года в лабораторном кабинете зоокультуры кафедры зоологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

В эксперименте использовались личинки обыкновенной жабы, *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), находившиеся на стадии перехода на экзогенное питание. Все личинки являлись сибсами, полученными от пары обыкновенных жаб, отловленных на территории городского округа Королёв (Московская область, Россия) в мае 2024 года.

Личинки земноводных содержались в прозрачных пластиковых контейнерах SAMLA (Россия) объёмом 11 л, длиной 39 см, шириной 28 см, высотой 14 см. Каждый контейнер заполняли 7 л водопроводной воды, предварительно отстоявшейся в течение 48 часов. Подмену половины воды осуществляли трижды в неделю.

Плотность посадки составляла 2 особи на 1 литр, таким образом в каждом контейнере содержалось 14 личинок земноводных. Данная плотность посадки была выбрана как наиболее благоприятная для развития личинок жаб рода *Bufo* с точки зрения продолжительности личиночного развития, длины личинок при выходе на сушу и массы тела (Кидов и др., 2020).

После перехода молоди на экзогенное питание для кормления использовался универсальный корм в виде хлопьев для декоративных рыб TetraMin Flakes (Tetra GmbH, Германия). Кормление осуществлялось по поедаемости, однако все личинки получали одинаковую массу корма независимо от группы и повторности. Измерение массы корма осуществлялось с помощью электронных весов Professional Digital Jewelry Scale 8068-series (Smartron, КНР) с погрешностью 0,001 г.

В качестве витаминной добавки использовался «Кондиционер «Аквавит» торговой марки НИЛПА (ООО «НеваТропик», Россия), содержащий витамины группы В, витамины А, С, D3 и Е. Для насыщения витаминами среды обитания личинок использовалось три варианта концентрации витаминных добавок: контрольная группа без добавления премикса (Группа 1), 0,007 мл/л (Группа 2), 0,05 мл/л (Группа 3). Концентрации, применяемые в Группе 2 и Группе 3, были рекомендованы производителем премикса в качестве оптимальных для ежедневного использования в аквариумах (0,007 мл/л) и для применения в условиях транспортировки аквариумных рыб. Витамины добавлялись непосредственно в воду для подмены, таким образом, в ёмкостях, где содержались личинки, концентрация витаминной добавки оставалась постоянной. Добавление витаминного премикса осуществлялось ежедневно.

Определение длины тела (L) молоди при выходе на сушу проводилось с применением электронного штангенциркуля «SolarDigitalCaliper» (производитель – Xueliee, Китай) с допустимой погрешностью 0,1 мм. Для измерения массы корма и животных использовали электронные весы модели W-999 (Китай) с точностью до 0,01 г.

Статистический анализ данных проводили с помощью программы Statistica 8.0. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах признака (min–max). Для оценки статистической значимости наблюдаемых различий использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и тест Тьюки.

Результаты и обсуждение. Исследование демонстрирует влияние витаминных премиксов на морфофизиологические показатели молоди обыкновенной жабы. Были выявлены выраженные, но статистически не значимые различия морфофизиологических параметров в зависимости от концентрации витаминных премиксов. Максимальная длина тела при выходе на сушу зарегистрирована в группе с добавлением премикса в концентрации 0,007 мл/л ($9,2 \pm 1,13$ мм), что на 3,4 % превышало показатели контрольной группы ($8,9 \pm 1,50$ мм). При этом наибольшая масса тела отмечена при концентрации 0,05 мл/л ($0,12 \pm 0,024$ г), что свидетельствует о нелинейной зависимости между дозировкой добавки и ростовыми параметрами.

Интересно, что выживаемость оказалась максимальной в группах 1 и 2 ($97,6 \pm 4,12$ %), тогда как повышение концентрации до 0,05 мл/л сопровождалось её снижением до $92,9 \pm 7,14$ % (табл. 1).

Таблица 1

Размерная характеристика молоди обыкновенной жабы при выходе на сушу
(среднее по трем повторностям)

Исследуемая группа	$\overline{M \pm SD}$ min–max (n)					
	длина тела при выходе на сушу, мм			масса тела при выходе на сушу, г		
	первого метаморфа	последнего метаморфа	среднее	первого метаморфа	последнего метаморфа	среднее
Группа 1 (контроль)	$10,0 \pm 1,00$ 9,0-11,0 (3)	$10,2 \pm 1,11$ 9,0-11,2 (3)	$8,9 \pm 1,50$ 7,1-11,2 (41)	$0,11 \pm 0,022$ 0,09-0,14 (3)	$0,15 \pm 0,048$ 0,09-0,19 (3)	$0,11 \pm 0,022$ 0,08-0,19 (41)
Группа 2 (0,007 мл/л)	$9,7 \pm 0,58$ 9,0-10,0 (3)	$9,1 \pm 1,00$ 8,1-10,1 (3)	$9,2 \pm 1,13$ 7,0-11,2 (41)	$0,09 \pm 0,018$ 0,07-0,11 (3)	$0,11 \pm 0,022$ 0,10-0,14 (3)	$0,11 \pm 0,027$ 0,06-0,19 (41)
Группа 3 (0,05 мл/л)	$10,0 \pm 1,00$ 9,0-11,0 (3)	$9,5 \pm 1,72$ 8,0-11,4 (3)	$9,0 \pm 1,44$ 7,5-12,0 (39)	$0,11 \pm 0,008$ 0,10-0,12 (3)	$0,13 \pm 0,039$ 0,10-0,17 (3)	$0,12 \pm 0,024$ 0,08-0,20 (39)

Примечание: М – среднее арифметическое значение признака; SD – стандартное отклонение; min – max – размах признака, n – число объектов.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) было установлено наличие статистически значимых различий между тремя группами личинок обыкновенной жабы ($F = 4,837788$; $p = 0,009579$) по показателю продолжительности личиночного развития, что свидетельствует о специфическом влиянии витаминных добавок на темпы метаморфоза. Ускорение метаморфоза на 8,5 % в группе 3 ($45,0 \pm 4,15$ сут. против $49,2 \pm 6,83$ сут. в контроле) позволяет предположить дозозависимый эффект на скорость развития молоди обыкновенной жабы (табл. 2).

Таблица 2

Длительность личиночного развития и выживаемость молоди обыкновенной жабы при различной концентрации витаминного премикса (среднее по трем повторностям)

Исследуемая группа	$\overline{M \pm SD}$ min–max (n)			
	длительность личиночного развития, сутки		средняя длительность личиночного развития, сутки	выживаемость личинок за весь период выращивания, %
	до первого метаморфа	до последнего метаморфа		
Группа 1 (контроль)	$41,0 \pm 1,73$ 39,0-42,0 (3)	$66,7 \pm 9,07$ 60,0-77,0 (3)	$49,2 \pm 6,83$ 39,0-77,0 (41)	$97,6 \pm 4,12$ 92,9-100,0 (3)
Группа 2 (0,007 мл/л)	$42,0 \pm 0,00$ 42,0-42,0 (3)	$62,7 \pm 11,50$ 51,0-74,0 (3)	$47,7 \pm 7,07$ 42,0-74,0 (41)	$97,6 \pm 4,12$ 92,9-100,0 (3)
Группа 3 (0,05 мл/л)	$39,7 \pm 2,31$ 37,0-41,0 (3)	$54,0 \pm 5,57$ 49,0-60,0 (3)	$45,0 \pm 4,15$ 37,0-60,0 (39)	$92,9 \pm 7,14$ 85,7-100,0 (3)

Примечание: М – среднее арифметическое значение признака; SD – стандартное отклонение; min – max – размах признака, n – число объектов.

С помощью теста Тьюки было установлено наличие статистически значимых различий между продолжительностью

периода личиночного развития у молоди обыкновенной жабы, не получавших витаминных добавок и у молоди, получавшей витаминные добавки из расчёта 0,05 мл/л ($p=0,0077$).

По литературным данным средняя продолжительность периода личиночного развития у обыкновенной жабы составляет 50 суток (Банников, 1977; Reading, 2010). Таким образом, можно сделать вывод, что средняя продолжительность периода личиночного развития молоди в контрольной группе соответствовала среднему показателю для данного вида. В свою очередь аналогичный показатель в Группе 3, получавшей наибольший объём витаминных добавок, был достоверно меньше: молодь переходила к метаморфозу на 4,2 суток или на 8,5 % быстрее.

Заключение. Для выращивания личинок обыкновенной жабы в лаборатории рекомендуется использовать концентрацию витаминной добавки 0,05 мл/л. Личинки при этой концентрации имели относительно короткий период развития (37–60 сут.), высокую выживаемость (85,7–100 %), нормальную длину (5,5–12,0 мм) и массу тела (0,08–0,20 г).

Список литературы

- Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К. 1977. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. Учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов. М: Просвещение. 415 с.
- Бахарева А.А. 2001. Витамины и витаминные премиксы при выращивании осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: диссертация ... канд. биол. наук. Астрахань. 129 с.
- Кидов А.А., Африн К.А., Степанкова И.В., Гориков А.А. 2020. Рост, развитие и выживаемость личинок кавказской жабы, *Bufo verrucosissimus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) при различной плотности посадки в зоокультуре // Известия Горского государственного аграрного университета. № 57. С. 164–169.
- Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. М.: Тов-во науч. изд. КМК. 370 с.
- Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н. 2004. Использование витаминов для повышения резистентности осетровых рыб в раннем онтогенезе // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. № 1. С. 67–73.
- Arkin R., Marquez R. 2024. The effects of preformed vitamin A and provitamin A carotenoid supplementation on tadpoles of the poison frog // Zoo Biology. Vol. 43. № 2. P. 169–177.

- Benton M.J. 1985. Mass extinction among non-marine tetrapods // *Nature*. Vol. 316. P. 811–814.
- Browne R.K., Wolfram K., Garcia G., Bagaturov M.F., Pereboom J.J. M. 2011. Zoo-based amphibian research and conservation breeding programs // *Amphibian & Reptile Conservation*. Vol. 5. № 3. P. 1–14.
- Budzik K.A., Budzik K.M., Żuwała K. 2013. Amphibian situation in urban environment – history of the common toad *Bufo bufo* in Kraków (Poland) // *Ecological Questions*. №18. P. 73–77.
- Byrne P.G., Silla A.J. 2017. Testing the effect of dietary carotenoids on larval survival, growth and development in the critically endangered southern corroboree frog // *Zoo Biology*. Vol. 36. № 2. P. 161–169.
- Della Togna G., Howell L.G., Clulow J., Langhorne C.J., Marcec-Greaves R., Calatayud N.E. 2020. Evaluating amphibian biobanking and reproduction for captive breeding programs according to the Amphibian Conservation Action Plan objectives // *Theriogenology*. T. 150. Vol. 10. P. 412–431.
- Dominguez D., Montero D., Zamorano M.J., Castro P.L., da Silva J., Fontanillas R., Izquierdo M. 2023. High Levels of Vitamin A in Plant-Based Diets for Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Juveniles, Effects on Growth, Skeletal Anomalies, Bone Molecular Markers, and Histological Morphology // *Aquaculture Nutrition*. DOI:10.1155/2023/5788432
- Hernandez L.H., Hardy R.W. 2020. Vitamin A functions and requirements in fish // *Aquaculture Research*. Vol. 8. № 51. P. 3061–3071.
- IUCN Amphibian Redlist summary statistics // IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
- Lacy R.C. 2012. Achieving True Sustainability of Zoo Populations // *Zoo Biology*. Vol. 32. № 1. P. 19–26.
- McCallum M.L. 2007. Amphibian Decline or Extinction? Current Declines Dwarf Background Extinction Rate // *Journal of Herpetology*. Vol.41. № 3. P. 483–491.
- McInerney E.P., Silla A.J., Byrne P.G. 2019. Effect of carotenoid class and dose on the larval growth and development of the critically endangered southern corroboree frog // *Conservation Physiology*. Vol. 7. № 1. DOI: 10.1093/conphys/coz009
- Reading C.J. 2010. The impact of environmental temperature on larval development and metamorph body condition in the common toad, *Bufo bufo* // *Amphibia-Reptilia*. Vol. 31. P. 483–488.
- Yu H., Guo M., Yu L., Li L., Wang Q., Li F., Zhang Y., Zhang J., Hou J. 2022. Effects of Dietary Riboflavin Supplementation on the Growth Performance, Body Composition and Anti-Oxidative Capacity of Coho

Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) Post-Smolts // Animals. Vol. 12. № 22. P. 178–190.

Yu H., Zhang X., Yuan Z., Yu L., Zhao Y., Li L. 2024. Dietary Pyridoxine Requirements of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) Post-Smolts // Aquaculture Nutrition. DOI: 10.1155/2024/3862563

EFFECTS OF VITAMIN SUPPLEMENTS ON LARVAE OF THE COMMON TOAD, *BUFO BUFO* (LINNAEUS, 1758), UNDER LABORATORY CONDITIONS

N.M. Medovikov, I.V. Afrina, I.S. Khmelevaya, K.A. Afrin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow

This study presents data on the effects of vitamin supplements on the growth and development of juvenile common toads (*Bufo bufo*). The experimental material comprised offspring from laboratory-bred pairs of *B. bufo* collected in the Korolyov Urban District (Moscow Oblast, Russia) in May 2024. Body size, developmental duration, and survival rates of larvae were evaluated. Juveniles were reared under three conditions: a control group (no supplements) and two experimental groups receiving vitamin supplements at concentrations of 0.007 ml/L and 0.05 ml/L. Supplement concentration significantly influenced larval development duration and morphometric parameters. The shortest mean larval development period (45 days) was observed in the 0.05 ml/L group. Maximum body length at terrestrial emergence was recorded in the 0.007 ml/L group, while the highest body mass was documented in the 0.05 ml/L group.

Keywords: amphibians, *Bufo bufo*, larvae, vitamins, zooculture.

Об авторах:

МЕДОВИКОВ Николай Максимович – студент Института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К. А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: medovikov1184@gmail.com.

АФРИНА Ирина Владимировна – ассистент кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.

А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: stepankova@rgau-msha.ru.

ХМЕЛЕВАЯ Ирина Сергеевна – студентка Института зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К. А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: irina.14rdm@gmail.com.

АФРИН Кирилл Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К. А. Тимирязева, 127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49, e-mail: afrin@rgau-msha.ru.

Медовиков Н.М. Влияние витаминных добавок на личинок обыкновенной жабы, *Bufo bufo* Linnaeus, 1758 в лабораторных условиях / Н.М. Медовиков, И.В. Африна, И.С. Хмелевая, К.А. Африн // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 50-58.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.11.24
Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 599.742.4

DOI: 10.26456/vtbio398

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КУНИЦЫ ЛЕСНОЙ (ПРИРОДНАЯ ПОПУЛЯЦИЯ), НОРКИ АМЕРИКАНСКОЙ И СОБОЛЯ (ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПОПУЛЯЦИИ)

**А.А. Емельянова¹, Н.Е. Николаева¹, В.А. Максимова²,
Е.А. Виноградова¹**

¹Тверской государственный университет, Тверь

²Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной
медицины, Санкт-Петербург

Проведен анализ выборок черепов трех видов куньих: *M. martes*, *M. zibellina*, *N. vison* (по 32 черепа) с применением фенетического подхода. Выборка *M. martes* представляет популяцию, обитающую на территории Тверской области, серии *M. zibellina* и *N. vison* – животных клеточного разведения. При сопоставлении серий использовались 159 вариаций 46 признаков. Изучались отличия фенокомплексов по степени реализации фенофонда, критерию Животовского, показателям μ и h , уровню асимметрии. Среди исследованных совокупностей куньих наиболее полиморфна серия американской норки, представленная тремя цветовыми формами – стандарт, сапфир, серебристо-голубая. Наименее полиморфна из изученных выборка лесной куницы. Для выборки соболя, представляющей промышленную популяцию породы «Салтыковская-1», характерна промежуточная степень полиморфизма по всем показателям внутривидового разнообразия, и наибольший уровень сходства фенокомплекса с лесной куницей. Минимальный уровень сходства популяций получен при сопоставлении серий соболя и американской норки.

Ключевые слова: фенетика, флуктуирующая асимметрия, куньи, *Martes martes*, *Martes zibellina*, *Neovison vison*, популяции, промышленные популяции.

Введение. Фенетический подход к изучению изменчивости признаков, обособившийся в популяционно-морфологических исследованиях в 70-е годы XX века в самостоятельную науку – фенетику, не потерял своей актуальности, несмотря на развивающееся быстрыми темпами молекулярно-генетическое направление в систематике (Яблоков, Ларина, 1985; Яблоков, 1987). Более того, особую ценность приобретают представляющиеся возможности комплексного изучения видов, проливающие свет в том числе на значимость разных методов при изучении внутривидовой

дифференциации и микроэволюционных процессов, что имеет значение для решения эволюционно-таксономических задач и фундаментальных вопросов филогенеза.

Удачным примером применения комплексного подхода являются исследования популяций таких видов куньих, как: куница лесная (*Martes martes*), хорь лесной (*Mustela putorius*), норка американская (*Neovison vison*), норка европейская (*Mustela lutreola*), в которых сочетаются изучение внутривидовой структуры и межвидовых отношений с использованием классических морфологических, эпигенетических и молекулярно-генетических методов (Дикарев и др., 2023; Кораблев и др., 2011, 2012, 2013, 2015, 2016; Кораблев и др., 2018; Кораблев и др., 2020). Кроме того, генетика некоторых видов куньих достаточно хорошо изучена в связи с широким использованием в пушном звероводстве и ведению селекционных программ (Ильина, Кузнецов, 1965; Каштанов, Казакова, 1995; Войтенко, Трапезов, 2001; Ильина и др., 2007; Трапезов и др., 2007; Трапезов, Трапезова, 2009; Узенбаева и др., 2009; Каштанов и др., 2010; Свищева, Каштанов, 2010; Маркович и др., 2014; Zhang, et al., 2023 и мн. др.).

Генетические исследования domesticированных куньих используются для моделирования отдельных моментов эволюционно-генетических процессов, процессов доместикации диких животных, моделирования некоторых генетических заболеваний (Трапезов, Трапезова, 2009). При этом продолжительность периода промышленной доместикации отличается для разных видов. Клеточное разведение соболя (*Martes zibellina*) началось сравнительно недавно – с 1919 г. Основной породный тип – черный соболь («Пушкинский соболь», ныне – «Русский соболь»), был получен в 1969 г.; другой породный тип – «Салтыковский», – официально зарегистрирован в 1998 г. Позже в зверосовхозе «Салтыковский» были созданы и утверждены породы «Салтыковская-1» и «Салтыковская Серебристая» – в 2007 г. в 2021 г. соответственно (Государственный реестр селекционных достижений..., 2023; Сомова, 2022). В целом в зверосовхозах разводят соболей дикого типа (разных оттенков коричневого цвета), т.е. такой же основной окраски, как и у зверей в природе, поэтому фенотипически животные клеточного разведения мало чем отличаются от своих диких предков (Бекетов, Каштанов, 2002).

Началом цветного норководства принято считать 1931 г., когда в помете, полученном от самки клеточного разведения и дикого самца, содержащихся на одной из звероферм в штате Висконсин (Арпин, владелец Whittingham), была обнаружена самочка необычной платиновой окраски. Вскоре подобная окрасочная мутация

неоднократно регистрировалась и на других зверофермах, находящихся на территории данного штата, как возникающая впервые. В 1942 г. данной окраске, когда она стала коммерческой, было присвоено официальное название *серебристо-голубая платиновая* (*Silver-Blue Platinum*). В дальнейшем все особи-носители новых мутантных форм окрасок тщательно сберегались и изучались на экспериментальной звероферме Висконсинского университета. Годом начала селекционной работы с цветными норками в СССР считается 1962 г., когда была создана экспериментальная звероферма Института цитологии и генетики СО АН СССР. Список окрасочных форм, воспроизводимых за исторический период на экспериментальной звероферме ИЦиГ СО РАН, включает 40 фенотипов (Трапезов, Трапезова, 2009).

В связи с вышеизложенным представляет интерес изучение фенетических особенностей видов кунных, которые могут служить примерами разных форм отбора и разных типов генотип-средового взаимодействия.

Материал и методы. В исследовании использовались выборки черепов трех видов кунных – лесная куница (желтодушка), соболь и американская норка, – которые формировались одинакового объема – по 32 черепа. Куница лесная представлена коллекционным материалом кафедры зоологии и физиологии Тверского государственного университета. Все животные добыты охотниками в разных районах Тверской области с 1995 г. по 2022 г.: Рамешковском муниципальном округе, Бежецком м.о., Вышневолоцком м.о., Максатихинским м.о. Черепа норки американской и соболя были получены из ООО Зверохозяйство «Знаменское» – забой 2022 года. В зверохозяйстве разводят норок стандартной темно-коричневой окраски – принятое международное название окрасочной формы – *Black standard*, сапфир (*Aleutiansilver*) и серебристо-голубой окраски (*Platinum*, *Silverblue*), соболя породы «Салтыковская 1». Исследуемая серия норки американской представляла собой смесь всех разводимых в хозяйстве цветовых форм, серия соболя состояла из зверьков указанной породы.

При анализе краниологического материала за основу был взят каталог неметрических признаков М.П. Кораблева, Н.П. Кораблева, П.Н. Кораблева (2020). Для сопоставления серий кунных использовались 159 вариаций 46 признаков, из которых: 137 фенов – перфорационные, 9 – шовные, 13 – зубные. Поскольку исследования обширного материала на примере американской норки, европейской норки и лесного хоря подтвердили отсутствие половозрастной составляющей в частотах проявления вариаций краниологических признаков, мы посчитали возможным использовать выборки без

предварительной проверки на наличие данных форм изменчивости (Кораблев и др., 2020).

Вариации (фены) учитывались на правой и левой половине черепов. Для математического подтверждения различий серий применялись статистические показатели, специально разработанные для целей фенетики популяций: показатель сходства популяций (критерий Животовского (r), позволяющий оценить степень сходства фенофондов (фенокомплексов) популяций; для оценки степени разнообразия фенофондов применялся показатель – среднее число вариаций признака (μ); для оценки структуры разнообразия фенофонда – показатель h (Животовский, 1982).

Поскольку выборки черепов кунных представляли разные типы популяций: куница лесная – природная популяция, американская норка и соболь – промышленные популяции, самостоятельный интерес представляло сопоставление таковых по величине флуктуирующей асимметрии, как показателя состояния популяций и окружающей среды (Захаров, 2001; Захаров и др., 2001). Интегральный показатель стабильности развития характеризует степень асимметричности морфологических структур. Для счетных признаков величина асимметрии у каждой особи определяется по различию числа структур слева и справа. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса счетных признаков является средняя частота асимметричного проявления на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое числа асимметричных признаков у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков. В этом случае не учитывается величина различия между сторонами, а лишь сам факт асимметрии (Захаров и др., 2000). Оценка достоверности различий серий по частотам встречаемости вариаций краниологических признаков проводилась методом χ^2 ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$) (Плохинский, 1970); при этом суммировалась встречаемость фенов левой и правой сторон черепа, объем выборки соответственно увеличивался.

Результаты и обсуждение. Анализ фенофондов краниологических признаков показал максимальную степень его реализации в выборке американской норки (*N. vison*) – 120 фенов из 159 – доля составила 75,4%, у соболя (*M. zibellina*) было отмечено 113 фенов (доля – 71,1%), у лесной куницы (*M. martes*) – 109 фенов (68,5%). При этом фенокомплексы *M. zibellina* и куницы *M. martes* обнаруживали определенное сходство между собой по составу фенов, и отличие от *N. vison*. Так, у соболя и желтодушки отсутствовали фены *PHAv*, *FFIr*, *FFIe*, *FFId*, *FOSd*, *FOSul*, *PDTm*, *NMA*t и ряд вариаций по типу отсутствие отверстий на костях черепа. У американской норки

эти фены отмечались, причем в разном статусе: как обычные вариации – *FFIe*, *FOSd*, *FOSul*, фен *отсутствие отверстий, открывающихся в затылочное отверстие с внутренней стороны мыщелка*; как фены крупного масштаба, присущие большей части особей – *PFSn*, *FFCn*, *PDTm*, фен *отсутствие отверстий позади затылочного отростка в мыщелочной ямке*; остальные из упомянутых вариаций встречались в виде редких фенов. Одновременно у американской норки в отличие от соболя и лесной куницы не были зарегистрированы такие фены, как: *FPAAd*, *FPPu*, *SFPI*, *SFPc*, *FPOi*, *NMPd*, *PDTc*, *SNCa*, *SNCt* – среди упомянутых особенно примечательны фенов *PDTc* и *SNCt*, свойственные большинству животных в выборках соболя и лесной куницы. Кроме того, хотелось бы отметить фены *MFSmi* и *FFCu*, обнаруженные у 31 зверька в сериях *M. zibellina* и *M. martes*, при том в серии *N. vison* они были найдены у 1-2 зверьков (рис. 1).

Таблица 1

Оценка уровня сходства серий куньих (куница лесная, соболь, норка американская) по встречаемости фенов

Признаки	норка/соболь	соболь/куница	норка/куница
Достоверных различий на 98 фенов (%)	74	54	56
Критерий Животовского (г)	0,756±0,058	0,919±0,019	0,821±0,039

Таблица 2

Средние величины показателей внутрипопуляционного разнообразия: среднее число вариаций признаков (μ) и доля редких фенов (h) для левой и правой сторон черепов трех видов куньих*

Показатель		Норка американская	Соболь	Куница лесная
	Правая сторона	2,026±0,116	1,911±0,095	1,884±0,112
	Левая сторона	1,998±0,113	1,943±0,095	1,881±0,121
	Правая сторона	0,236±0,022	0,252±0,021	0,264±0,019
	Левая сторона	0,241±0,020	0,248±0,021	0,273±0,021

Примечание: * – по Максимова, Емельянова, 2023а с исправлениями и дополнениями

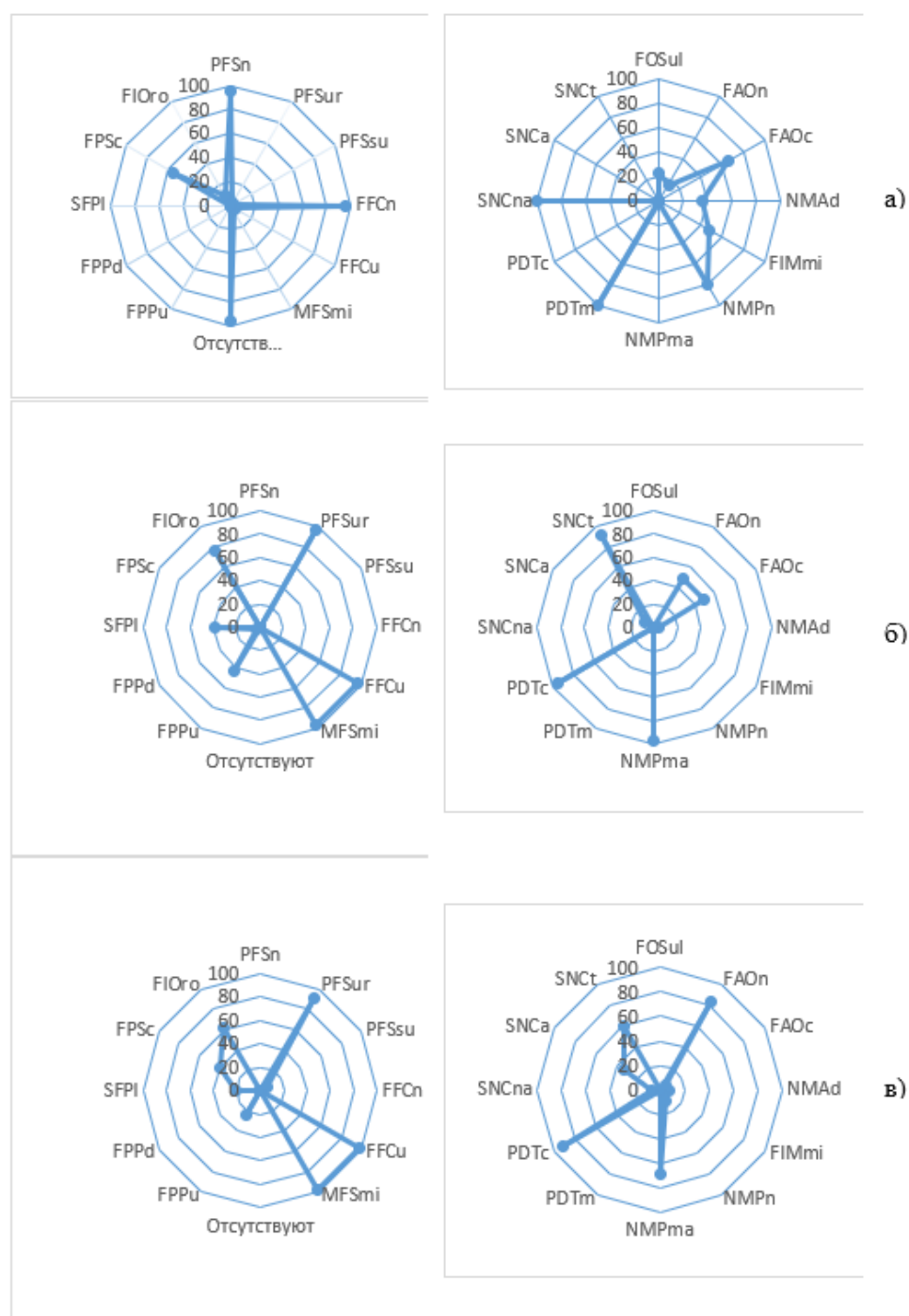


Рис. 1. Особенности фенокомплексов американской норки (а), соболя (б) и лесной куницы (в) на примере некоторых фенов черепа (вариации признаков даны по Кораблев и др., 2020)

Для исследования особенностей структуры фенетических комплексов применялся анализ распределения частот вариаций признаков. При попарном сопоставлении серий куньих были обнаружены 98 фенов, различия по частоте встречаемости которых достигали уровня достоверности в тех или иных сочетаниях. Наиболее сходны фенокомплексы *M. zibellina* и *M. martes*: для этих серий отмечена наименьшая доля достоверно отличающихся частот фенов – 54%. Несколько больше уровень различий между фенокомплексами *N. vison* и *M. martes* – 56%; максимальный уровень различий отмечен для *N. vison* и *M. zibellina* – 74%. Эти данные согласуются с таковыми, полученными при оценке степени сходства фенофондов с помощью критерия Животовского: максимальная величина показателя свойственна паре *M. zibellina* – *M. martes* – 0,919, чуть более различны *N. vison* – *M. martes* – 0,821, наименее сходны *N. vison* и *M. zibellina* – 0,756 (Максимова, Емельянова, 2023а) (табл. 1).

При изучении значений величин показателей внутрипопуляционного разнообразия, полученных для симметричных черепных структур, были обнаружены одинаковые тенденции для левой и правой сторон, что позволяет рассматривать специфику фенофондов на примере одной из сторон черепа – правой (табл. 2).

Показатель μ характеризует степень разнообразия групп особей и представляет собой среднее число морф в рассматриваемом множестве признаков. Показатель h оценивает структуру разнообразия групп особей. Его относительно высокие значения свидетельствуют о большой доле редко встречающихся фенотипов в исследуемой совокупности, а низкие значения – о выравнивании совокупности по частотам фенотипов (Корзун и др., 2012). Наибольшее среднее число вариаций признаков (μ) было получено для выборки норки американской – 2,026, немного меньше величина μ – для соболя – 1,911, наименьшая величина признака отмечалась для куницы лесной – 1,884. Наибольшая доля редких фенов была зафиксирована для выборки куницы лесной – 0,264, для серии соболя величина h составила – 0,252, наименьшая доля редких фенов зафиксирована у норки американской – 0,236 (табл. 2). Учитывая значения ошибок средних арифметических показателей внутрипопуляционного разнообразия, при попарном сопоставлении рассматриваемых выборок можно констатировать отсутствие достоверных различий между рассматриваемыми видами, что не отменяет зафиксированные тенденции.

Для пояснения результатов, полученных при исследовании фенокомплексов куньих, следует обратиться к литературным сведениям по генетике изучаемых видов, поскольку известно, что фены отражают генотипическую конституцию особи, а частота их

встречаемости – генетические особенности группы особей (Яблоков, 1980; Яблоков, 1987; Яблоков, Ларина, 1985).

Лесная куница – высокоомобильный вид, способный за сутки преодолевать большие расстояния – до 17 км, с чем в свою очередь тесно связана величина таких эволюционно важных показателей, как радиусы индивидуальной и репродуктивной активности (Новиков, 1956; Яблоков, 1987). Большие размеры индивидуальных участков желтодушки – от 3000 до 5000 га, а также отсутствие в регионе значимых географических барьеров в виде прерывания на значительном протяжении избираемых видом биотопов – облесенных территорий и лесолуговых экотонов, позволяют полагать, что обитающие на территории Тверской области куницы относятся к одной популяции в эволюционном смысле (Тимофеев-Ресовский и др., 1973; Новиков, 1956; Михеев, 2009; Владимирова, 2012, 2013). В литературных источниках отмечается в целом низкий уровень внутривидовой генетической изменчивости лесной куницы, что отражается малым уровнем внутривидового фенетического разнообразия по сравнению с другими видами кунных (Кораблев и др., 2020).

Наши данные вполне согласуются с литературными сведениями и подтверждают невысокий уровень полиморфизма серии *M. martes*, отражаемый показателем μ . Сравнительно большие значения h возможно обусловлены более высокой степенью гетерозиготности природной популяции лесной куницы по сравнению с промышленными популяциями соболя и американской норки.

Соболь и лесная куница – близкородственные виды, нередко образующие помеси в зоне совместного обитания, что отражается генетическим своеобразием восточных популяций *M. martes* (Пищулина и др., 2009; Рожнов и др., 2010 и др.). Это согласуется с полученным нами при сопоставлении серий соболя и лесной куницы высоким уровнем сходства фенокомплексов (r), обусловленным близостью фенетического состава и малой долей фенов, достоверно различающихся частотой встречаемости.

Клеточная популяция соболя исходно была укомплектована животными, изъятими из 9 природных популяций (Куличков, Портнова, 1967; Снытко, 1972). Исследования по изменчивости микросателлитных локусов у соболя, разводимого в зверохозяйстве «Пушкинский» Московской области обнаружили, что количество аллелей и значения коэффициента ожидаемой гетерозиготности по большинству локусов у соболя совпадают или очень близки сравнимым видам – в выборках американской норки (*Mustela vison*) из Аляски и американской куницы (*Martes americana*) из северо-западных территорий Канады (Fleming et al., 1999; Каштанов, Рубцова,

Лазебный, 2010). При анализе изменчивости D-петли мтДНК была установлена общность материнского генома и незначительные различия двух domesticiрованных популяций соболя: «Русский соболь» и «АО Салтыковский», подтверждаемая в том числе анализом по высокополиморфным микросателлитным маркерам (Каштанов и др., 2011; Каштанов и др., 2018а). В ходе дальнейших исследований отмечалась пониженная генетическая изменчивость domesticiрованного соболя по сравнению с животными природных популяций Якутии и Амурского бассейна (Каштанов и др., 2016). Сравнительно недавние исследования последствий domestикации соболя показали, что современная промышленная популяция соболя з/х «Салтыковский» представляет собой консолидированную группу, генетически отличающуюся от всех исходных географических популяций. Начальные этапы domestикации и последующий отбор по ряду количественных признаков сопровождались снижением генетического разнообразия, фиксацией некоторых аллелей и проявлением эффекта основателя (Сомова, 2022). Последнее в полной мере относится к рассматриваемой нами выборке соболя породы «Салтыковская-1».

В нашем исследовании для соболя был получен средний уровень показателей фенетического разнообразия и наибольший уровень отличий фенокompлекса от такового domesticiрованной американской норки. Из обитающих на территории Тверской области куньих генетически наиболее близок к американской норке лесной хорь (*Mustela putorius*) (Туманов, 2009). Среди рассматриваемых нами видов наибольшее фенетическое сходство отмечалось между «американкой» и желтодушкой. Величина критерия Животовского, полученная в ходе нашего исследования при сопоставлении фенокompлексов *N. vison* и *M. martes* чуть меньше, нежели таковая, полученная при сравнении выборок соболя и лесной куницы. Минимальный уровень фенетического сходства получен при сопоставлении серий *N. vison* и *M. zibellina*.

У американских норок стандартную окраску определяет 21 ген, в том числе 14 доминантных и 7 рецессивных (Ильина, Кузнецов, 1965). Черный стандартный фенотип (*Black standard*) обозначается генетическим символом (+/+). Мутантные окрасочные формы серебристо-голубые норки (*Silverblue*) относятся к монорецессивным (p/p), сапфир (*Aleutiansilver*) – к дирецессивным (a/a p/p) (Трапезов, Трапезова, 2009). Рассматривая взаимосвязь генотипа с особенностями фенотипа, исследователи отмечали влияние мутации a/a на изменение структуры лейкоцитов, увеличение процента пропустовавших самок генотипа a/a p/p по сравнению с норкой *Black standard* (Беляев, Евсиков, 1967; Узенбаева и др., 2009). Эти и другие многочисленные

исследования указывают на широкий спектр плеiotропного действия мутаций, затрагивающих окраску меха не только американской норки, но и других видов, использующихся в промышленной селекции (Беляев, Евсиков, 1967; Беляев, Железнова, 1968; Войтенко, Трапезов, 2001; Ильина и др., 2007; Трапезов и др., 2007 и др.).

Высоко наследственно обусловленный полиморфизм окраски неизбежно связан с генетическим своеобразием отдельных окрасочных форм, что, в частности, подтверждено выявлением разных генетических дистанций по пяти полиморфным системам крови трех цветовых групп хорьков клеточного разведения (Маркович и др., 2014). Исходя из выше изложенного, изучаемую нами выборку *N. vison*, с одной стороны, следует признать более-менее разнообразной по набору генов и, как следствие – фенов, так как это смесь трех окрасочных форм, с другой стороны – более-менее однородной по аллельному набору в виду присутствия эффекта гомозиготизации аллелофонда, сопутствующего ведению породных линий.

Полученные нами в ходе анализа фенетических особенностей серии американской норки свидетельства о максимальной степени реализации фенофонда, максимальном среди рассматриваемых популяций трех видов куньих среднем числе морф (μ) и выравнивании совокупности по частотам фенотипов (h), могут объясняться указанной спецификой выборки.

Оценка уровня флуктуирующей асимметрии разных групп признаков показала разную чувствительность таковых к воздействиям факторов среды. Наиболее часто отклонения от билатеральной симметрии регистрировались для перфорационных и шовных признаков. В выборках американской норки и соболя наибольшая доля встречаемости случаев асимметрии характерна для шовных признаков – 0,229 и 0,197 соответственно, для перфорационных признаков отмечены меньшие значения уровня асимметрии – 0,190 и 0,162 (табл. 3, рис. 2).

У лесной куницы асимметрия преимущественно затрагивала перфорационные признаки (0,167), встречаемость случаев асимметрии для шовных признаков составила 0,104. Оценка достоверности различий показателей асимметрии для разных групп признаков обнаружила отсутствие значимых различий по данному показателю между шовными и перфорационными признаками: значение χ^2 не достигло 3,84 ($p \leq 0,05$) ни в одном из рассматриваемых случаев (табл. 3, рис. 2).

Зубные признаки показали наименьшую склонность к проявлению асимметрии среди рассматриваемых групп признаков: встречаемость случаев асимметрии для лесной куницы составила 0,094, для соболя – 0,085, для американской норки – 0,047.

Зафиксированы значимые отличия величины данного показателя от встречаемости случаев асимметрии перфорационных признаков для всех рассматриваемых нами серий куньих. Кроме того, для соболя и американской норки отмечены достоверные различия встречаемости случаев асимметрии шовных и зубных признаков (табл. 3, рис. 2).

Таблица 3

Встречаемость случаев асимметрии разных групп дискретных признаков у представителей куньих (лесная куница, соболь, американская норка)

Вид	Признаки	Случаев асимметрии	Встречаемость случаев асимметрии	Оценка достоверности различий встречаемости случаев асимметрии разных групп признаков	
				χ^2 (p≤0,05)	сопоставляемые признаки
куница	перфорационные	209	0,167	2,18	перфорационные / шовные
	шовные	10	0,104	0,06	шовные / зубные
	зубные	12	0,094	3,9	зубные / перфорационные
соболь	перфорационные	202	0,162	2,18	перфорационные / шовные
	шовные	19	0,197	5,13	шовные / зубные
	зубные	11	0,085	4,3	зубные / перфорационные
норка	перфорационные	238	0,190	0,68	перфорационные / шовные
	шовные	22	0,229	14,56	шовные / зубные
	зубные	6	0,047	13,54	зубные / перфорационные

Примечание: заливкой обозначены различия, достигающие уровня достоверности (p≤0,05).

В литературных источниках на примере нескольких видов куньих, в частности – лесной куницы и американской норки, – показан пониженный уровень изменчивости одонтологических признаков, отражающийся в том числе низким уровнем флуктуирующей асимметрии; указывается на превалирование генетического компонента при формировании зубных признаков (Кораблев и др., 2020). Таким образом, результаты наших исследований согласуются с данными других авторов.

При оценке межвидовых различий по величине флуктуирующей асимметрии разных групп дискретных признаков можно заметить сравнительно низкий уровень асимметричности черепов лесной куницы, средний уровень – у соболя и максимальный – у европейской норки. Однако, статистическими методами подтверждается лишь отличие американской норки от лесной куницы по шовным признакам (табл. 4; рис. 2).

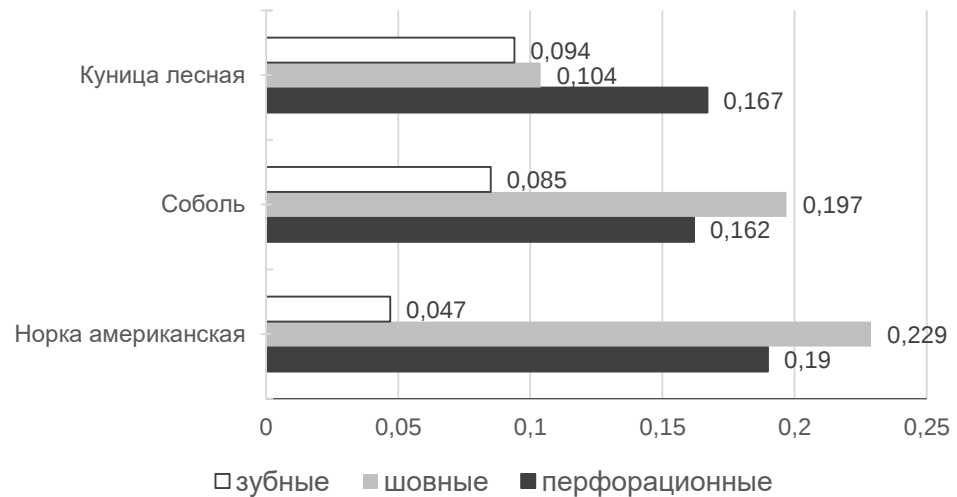


Рис. 2. Встречаемость случаев асимметрии разных групп дискретных признаков у представителей куньих (куница лесная, соболь, норка американская) (доли единицы)

Таблица 4
Оценка достоверности различий серий куньих (куница лесная, соболь, норка американская) по встречаемости случаев асимметрии разных групп дискретных признаков методом χ^2 ($p \leq 0,05$)

Признаки	норка/соболь	соболь/куница	норка/куница
перфорационные	2,94	0,11	1,88
шовные	0,22	2,78	4,47
зубные	1,46	0,04	1,99

Таблица 5

Значения показателей асимметрии по совокупности дискретных признаков для серий куньих (куница лесная, соболь, норка американская)

	N	M±m	Lim	σ
куница	32	0,156±0,011	0,050 –0,281	0,063
соболь	32	0,169±0,011	0,089 –0,300	0,061
норка	32	0,197±0,011	0,069 –0,372	0,065

Расчет интегрального показателя стабильности развития для комплекса признаков указывает на повышение уровня флуктуирующей асимметрии у domesticiрованных форм куньих: значения показателя асимметрии для норки американской – 0,197, для соболя – 0,168, для куницы лесной – 0,156 (Максимова, Емельянова, 2023б). Здесь уровня достоверности достигает отличие выборки американской норки от прочих рассматриваемых выборок (табл. 5). Данные свидетельствуют о нарушении стабильности развития у животных клеточного разведения, что может быть обусловлено гомозиготизацией аллелофондов чистых линий в присутствии жесткого направленного отбора по ряду селективируемых признаков, снижением давления естественного отбора и дестабилизацией по отдельным жизненно важным функциям, и в целом стрессовым состоянием зверей.

Заключение. Изучение фенетических особенностей трех видов куньих, представленных выборками из природных и промышленных популяций, показало своеобразие фенофондов, отражающих степень филогенетического родства и меру сбалансированности генотипической и модификационной составляющих фенотипической изменчивости. Среди исследованных совокупностей куньих наиболее полиморфна серия американской норки, представляющая промышленную популяцию, для которой зарегистрированы: максимальная степень реализации фенофонда, максимальное среднее число вариаций признаков, минимальная доля редких фенов, максимальный уровень флуктуирующей асимметрии. Указанные особенности могут объясняться генетической разнородностью норок, представленных тремя цветовыми формами – *Black standard*, *Silverblue*, *Aleutiansilver*, и дестабилизирующим отбором, действующим на domesticiрованные популяции, и разрушающим выработанные в процессе эволюции устойчивые корреляционные взаимосвязи (Беляев, 1982). Наименее полиморфной из изученных оказалась выборка лесной куницы, представляющая природную популяцию, обитающую на территории Тверской области. Данная серия характеризуется

минимальной степенью реализации фенотипа, наименьшей величиной показателя внутривидового разнообразия, и минимальным уровнем флуктуирующей асимметрии по сравнению с сопоставляемыми промышленными популяциями американской норки и соболя. Это может свидетельствовать о сбалансированности генотип-средового взаимодействия под влиянием стабилизирующего отбора. Для выборки соболя, представляющей промышленную популяцию породы «Салтыковская-1», характерна промежуточная степень полиморфизма по всем показателям внутривидового разнообразия, и наибольший уровень сходства фенотипа с таковым родственного вида – лесной куницей. Минимальный уровень сходства популяций получен при сопоставлении серий соболя и американской норки, представляющих промышленные популяции, исходно различающиеся степенью генетического разнообразия.

Список литературы

- Бекетов С.В., Капитанов С.Н.* 2002. Русский соболь – 70 лет селекции // Природа. № 5. С. 52–58.
- Беляев Д.К.* 1982. Дестабилизирующий отбор как фактор домостикации // Генетика и благосостояние человека. М.: Наука. С. 53–66
- Беляев Д.К., Евсиков В.И.* 1967. Генетика плодотворности животных. Сообщение I. Влияние мутаций окраски меха на плодотворность норок // Генетика. № 2. С. 21–33.
- Беляев Д.К., Железова А.И.* 1968. Генетика плодотворности животных. II. Некоторые физиологические особенности размножения мутантных норок // Генетика. Т. 4. № 1. С. 45–58.
- Владимирова Э.Д.* 2012. Особенности использования местообитаний млекопитающими-родентофагами в Рождественской пойме реки Волги // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». Вып. 4. С. 52–63.
- Владимирова Э.Д.* 2013. Роль деревьев в экологии лесной куницы (*Martes martes* L.) // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». Вып. 4. С. 78–89.
- Войтенко Н.Н., Трапезов О.В.* 2001. Влияние четырех мутаций (CR, S, S^H, h) генов окраски норки на моноаминоксидазу мозга // Генетика. Т. 37. № 4. С. 1–5.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.* 2023. Т.2. «Породы животных» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 208 с.
- Дикарев С.В., Кораблев Н.П., Кораблев П.Н.* 2022. Морфометрия скелета конечностей дикой и доместичированной американской норки (*Neovision vision*): гендерные особенности и характеристика асимметрии / С.В.

- Дикарев, Н.П. Кораблев, П.Н. Кораблев // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1(65). С. 100-113
- Животовский Л.А. 1982. Показатель популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. М.: Наука. С. 38-44.
- Захаров В.М. 2001. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) // Экология. №3. С. 177-191.
- Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. 2000. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников. М.: Центр экологической политики России. 66 с.
- Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. 2001. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. М. Центр экологической политики России. 148 с.
- Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. 1965. Генетические основы разведения цветных норок. М.: Россельхозиздат, Колос. 94 с.
- Ильина Т.Н., Илюха В.А., Калинина С.Н. и др. 2007. Влияние генотипа на сезонные изменения антиоксидантной системы и изоферментного спектра лактатдегидрогеназы американских норок (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Информ. вестник ВОГиС. Т. 11. № 1. С. 145–154.
- Каиштанов С.Н., Казакова Т.И. 1995. Генетическая изменчивость соболя (*Martes zibellina* L.) по генам белков крови // Генетика. Т. 31. С. 234–238.
- Каиштанов С.Н., Лазебный О.Е. 2011. Генофонд популяций соболя дикого и разводимого в условиях фермы // Кролиководство и звероводство. № 5. С. 15–19
- Каиштанов С.Н., Рубцова Г.А., Лазебный О.Е. 2010. Исследование генетической структуры промышленной популяции соболя (*Martes zibellina*, Linnaeus, 1758) по микросателлитным маркерам // Вестник ВОГиС. Т. 14. № 3. С. 426–431. 37.
- Каиштанов С.Н., Сомова М.М., Николаева Э.А. 2018. Особенности формирования генетической структуры соболя (*Martes zibellina* L.) в domesticiрованной среде // Кролиководство и звероводство. № 3. С. 11–14.
- Каиштанов С.Н., Сулимова Г.Е., Шевырьков В.Л., Свищёва Г.Р. 2016. Селекция соболя России: этапы промышленной domestикации и генетическая изменчивость // Генетика. Т. 52. № 9. С. 1001–1011.
- Кораблев М.П., Кораблев Н.П., Кораблев П.Н. 2012. Морфо-фенетический анализ популяций американской норки (*Neovison vison*) Каспийско-Балтийского водораздела // Российский журн. биол. инвазий. № 4. С. 36-56.
- Кораблев М.П., Кораблев П.Н., Кораблев Н.П., Туманов И.Л. 2013. Характеристика полиморфизма исчезающей популяции европейской норки (*Mustela lutreola*, Carnivora, Mustelidae) в районе Центрально-Лесного заповедника // Зоол. Журн. Т. 9. № 8. С. 1259–1268.
- Кораблев М.П., Кораблев П.Н., Кораблев Н.П., Туманов И.Л. 2015. Внутрипопуляционный полиморфизм лесного хоря (*Mustela putorius*, Carnivora, Mustelidae) // Зоологический журнал. Т. 94. № 5. С. 580–592.

- Кораблев М.П., Кораблев Н.П., Кораблев П.Н., Туманов И.Л. 2016. Внутрипопуляционный полиморфизм лесной куницы *Martes martes* (Carnivora, Mustelidae) Тверской области // Зоологический журнал. Т. 95. № 1. С. 80–93.
- Кораблев М.П., Кораблев Н.П., Кораблев П.Н. 2020. Популяционная биология куньих (лесная куница, лесной хорь, американская норка, европейская норка) – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 217 с.
- Кораблев М.П., Рожнов В.В., Кораблев П.Н. 2011. Генетическое разнообразие трех видов куньих (*Mustela putorius*, *Mustela lutreola*, *Martes martes*), обитающих в центральной части Европейской России: полиморфизм контрольного региона мтДНК // Териофауна России и сопредельных территорий: Междунар. совещ. IX Съезд Териолог. о-ва при РАН. М.: КМК. С. 242.
- Кораблев Н.П., Кораблев П.Н., Кораблев М.П. 2018. Микроэволюционные процессы в популяциях транслоцированных видов: евроазиатский бобр, енотовидная собака, американская норка // М.: Товарищество научных изданий КМК. 402 с.
- Корзун В.М., Попков А.Ф., Чипанин Е.В. 2012. Популяционно-фенетическая дифференциация монгольской пищухи (*Ochotona pallasii*) в юго-восточном Алтае [Электронный ресурс] // Байкальский зоологический журнал. – Электрон. журн. – № 1 (9). С. 107 – 114. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_20424276_35128152.pdf (дата обращения 14.01.2025).
- Куличков Б.А., Портнова Н.Т. 1967. Русский соболь М.: Колос. 29 с.
- Максимова В.А., Емельянова А.А. 2023а. Оценка особенностей фенотипов домашних (соболь, норка американская) и диких (куница лесная) форм куньих с использованием показателей фенетического разнообразия // Материалы XII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны», посвященной 215-летию СПбГУВМ / редкол.: Л.Ю. Карпенко, А.А. Бахта, А.И. Козицына [и др.]; МСХ РФ, СПбГУВМ, ПАНИ. – Санкт-Петербург : Изд-во ИП Перовщикова Юлия Владимировна. – С. 233–235.
- Максимова В.А., Емельянова А.А. 2023б. Оценка стабильности развития домашних и диких форм куньих на примере трех видов (соболь, норка американская, куница лесная) // Материалы XXI научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, апрель 2023 года: сб. ст. – Тверь: Твер. гос. ун-т. С. 120.
- Маркович Л.Г., Харламов К.В., Ельсукова И.А., Легкобит А.П., Федосеева Г.А., & Куликова Н.И. 2014. Применение ряда методов молекулярной биологии в селекции клеточных пушных зверей // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 3 (1). С. 91–95.
- Михеев А.В. 2009. Информационное поле лесной куницы *Martes martes* (Linnaeus, 1758) в снежный период года в условиях степных лесов Украины / Поволжский экологический журнал. № 3. С. 228–237.

- Новиков Г. А. 1956. Хищные млекопитающие фауны СССР / гл. ред. Е. Н. Павловский. – М., Л.: Издательство АН СССР. 295 с.
- Пищулина С.Л., Мещерский И.Г., Симакин Л.В., Рожнов В.В. 2009. Результаты молекулярно-генетического анализа мтДНК лесной куницы, соболя и кидаса Северного Урала // Современные проблемы зоо- и филогеографии млекопитающих. Материалы конференции. М.: Тов-во научн. изданий КМК. С. 74.
- Плохинский Н.А. 1970. Биометрия. М.: Изд-во МГУ. 367 с.
- Рожнов В.В., Мещерский И.Г., Пищулина С.Л., Симакин Л.В. 2010. Генетический анализ популяций соболя (*Martes zibellina*) и лесной куницы (*Martes martes*) в районах совместного обитания на Северном Урале // Генетика. Т. 46. № 4. С. 553-557.
- Свищева Г.П., Каушанов С.Н. 2010. Репродуктивная стратегия соболя (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758): анализ наследуемости размеров приплода в промышленных популяциях // Вестник ВОГиС. Том 14. № 3. С. 444-450.
- Сомова М.М. 2022. Генетическая структура популяций соболя (*Martes zibellina*) южного края ареала. Анализ последствий доместикации вида: Дис. ... канд. биол. наук : специальность 1.5.7 Генетика / биологических наук : 03.00.08 / ФГБУН Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук. – Москва. 200 с.
- Снытко Э.Г. 1972. План племенной работы с породой «черный соболь» Пос. Родники. 71 с.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В. 1973. Очерк учения о популяции. М.: Наука. 277 с.
- Трапезов О.В., Трапезова Л.И., Сергеев Е.Г. 2007. Влияние мутаций, затрагивающих окраску меха, на поведенческий полиморфизм в промышленных популяциях американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) и соболя (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) // Генетика. Т. 37. № 4. С. 516-523.
- Трапезов О.В., Трапезова Л.И. 2009. Воспроизводящаяся коллекция окрасочных генотипов американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) на экспериментальной звероферме Института цитологии и генетики СО РАН // Вестник ВОГиС. Том 13, № 3. С. 554-570.
- Узенбаева Л.Б., Голубева А.Г., Илюха В.А., Тютюнник Н.Н. 2009. Влияние мутаций, затрагивающих окраску меха, на структуру лейкоцитов крови у американской норки *Mustela vison* Schreber, 1777) // Информ. вестник ВОГиС. Т. 13. № 3. С. 571-577.
- Яблоков А.В. 1980. Фенетика. Эволюция, популяция, признак. М.: Наука. 136 с.
- Яблоков А.В. 1987. Популяционная биология. М.: Высш. шк. 302 с.
- Яблоков А.В., Ларина Н.И. 1985. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. М.: Высш. шк. С. 160.
- Fleming M.A., Ostrander E.A., Cook J.A. 1999. Microsatellite markers for American mink (*Mustela vison*) and ermine (*Mustela erminea*) // Mol. Ecol. V. 8. P. 1351-1362.

Zhang, T.; Li, H.; Larsen, P.F.; Ba, H.; Shi, H.; Zhang, H.; Liu, Z. 2023. The Genetic Diversity of Mink (*Neovison vison*) Populations in China. *Animals*. 13, 1497. <https://doi.org/10.3390/ani13091497>

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHENETIC FEATURES IN THE PINE MARTEN (*MARTES MARTES*; NATURAL POPULATION), AMERICAN MINK (*NEOVISON VISON*), AND SABLE (*MARTES ZIBELLINA*; COMMERCIAL POPULATIONS)

**A.A. Emelyanova¹, N.E. Nikolaeva¹, V.A. Maksimova²,
E.A. Vinogradova¹**

¹Tver State University, Tver

²Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint-Petersburg

A phenetic analysis was performed on skull samples (32 specimens per species) of three mustelid species: the pine marten (*Martes martes*), sable (*Martes zibellina*), and American mink (*Neovison vison*). The *M. martes* sample originated from a natural population in Tver Oblast, Russia, while *M. zibellina* and *N. vison* specimens were derived from captive-bred commercial populations. Comparative evaluation utilized 159 variants of 46 morphological traits. Phenocomplex differences were assessed based on phenotypic potential realization, Zhivotovsky's criterion, parameters μ (mutation rate) and h (heterozygosity), and fluctuating asymmetry levels. The American mink series, comprising three color morphs (standard, sapphire, and silver-blue), exhibited the highest polymorphism. In contrast, the pine marten sample showed the lowest polymorphism. The sable population ('Saltykovskaya-1' commercial breed) displayed intermediate polymorphism across intrapopulation diversity metrics and the highest phenocomplex similarity to the pine marten. Minimal phenetic similarity was observed between the sable and American mink series.

Keywords: *phenetics, fluctuating asymmetry, mustelids, Martes martes, Martes zibellina, Neovison vison, populations, commercial populations.*

Об авторах:

ЕМЕЛЬЯНОВА Алла Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Emelyanova.AA@tversu.ru.

НИКОЛАЕВА Наталья Евгеньевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Nikolaeva.NE@tversu.ru.

МАКСИМОВА Валерия Андреевна – студентка 2 курса направления 36.04.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ветеринарной медицины», 196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5, e-mail: Maksomova.VA@tversu.ru.

ВИНОГРАДОВА Елизавета Артуровна – студентка 2 курса направления 06.04.01 Биология (Медико-биологические науки), ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Vinogradovsa.EA@tversu.ru.

Емельянова А.А. Сравнительная характеристика фенетических особенностей куницы лесной (природная популяция), норки американской и соболя (промышленные популяции) / А.А. Емельянова, Н.Е. Николаева, В.А. Максимова, Е.А. Виноградова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 59-77.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.01.25

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

БОТАНИКА

УДК 574.2

DOI: 10.26456/vtbio399

ДИМОРФИЗМ В ПОПУЛЯЦИЯХ *LYTHRUM PORTULA*

Д.О. Грушенков, М.В. Марков

Московский педагогический государственный университет, Москва

В статье рассмотрены морфологические и анатомические особенности двух экологических форм распространенного однолетнего растения – *Lythrum portula*. Охарактеризованы особенности онтогенеза растения и варианты анатомической структуры в зависимости от условий прорастания семян.

Ключевые слова: диморфизм, терофит, анатомия, аэренхима, онтогенез.

Lythrum portula – однолетнее растение из семейства Дербенниковые Lythraceae, в значительной степени широко распространенное по переувлажненным нарушенным местообитаниям в Европе. Встречается как заносное на северо-западе США и юго-западе Канады.

Данное растение предпочитает селиться в понижениях рельефа, образовавшихся в результате антропогенных или природных нарушений. Чаще всего встречаются и потому были несколько лучше исследованы популяции *Lythrum portula* в сточных каналах, канавах, лужах, на вырубках и колеях грунтовых дорог. Заросли растений этого вида привлекли внимание специалистов из Нидерландов, и они в своем исследовании, не затрагивая какие-либо особенности морфологии растений, показали, что эти заросли препятствуют стоку воды по водосточным канавам (Bailly et al., 2015). Это означает, что простратные клонообразные особи *Lythrum portula* из самостоятельно укореняющихся, но не обособляющихся друг от друга полностью, рамет могут формировать весьма плотные скопления. Впрочем, это может в немалой степени зависеть и от конкретной среды обитания, которая влияет на протяженность междоузлий, отделяющих друг от друга узлы с парами супротивных листьев и обеспечивающих коммуникацию рамет как у наземно, так и погруженно (на дне водоема) произрастающих особей. Иных сведений о негативной роли бутерлака и, в том числе, о вреде его как сегетального или рудерального сорняка нами не выявлено.

С учетом того факта, что работ по анатомии и морфологии *Lythrum portula* в печати крайне мало, а исследователей больше интересовали вопросы экологии и систематики мы включили этот вид в число наших объектов. Единственная статья, в которой была отчасти затронута анатомия нашего вида-объекта, была опубликована в 1971 году, но она была посвящена анализу строения цветка и расположения семязачатков в сравнении с родственными видами рода *Lythrum* (De Vos, 1971).

Морфологические особенности бутерлака были недавно охарактеризованы в статье исследователей из Ирана, которые анализировали микроморфологию листовых пластинок у 14 видов рода *Lythrum* и нескольких родственных ему групп. Они сделали вывод, что особенности строения трихом, воскового орнамента и устьичного аппарата позволяют судить о родственных систематически важных отношениях между изучаемыми видами и родами (Mahmoodi, Faghir, Shavvon, 2022).

В литературе морфологическим, как и анатомическим деталям строения однолетних растений уделяется на удивление мало внимания. Отсюда понятно, что это приводит к формированию стереотипных и, зачастую неточных, представлений о строении побеговых и особенно корневых систем, о разнообразии анатомического строения и так далее. Поэтому мы посчитали важным в настоящей работе охарактеризовать морфологические и анатомические детали строения, которые можно встретить в популяциях широко распространенного незимующего однолетника, каковым является бутерлак.

Материал собирали и фиксировали в спирте (70% этанол) в трех точках Московской области и Москвы. Морфометрический анализ проводили, используя как живые растения из природных популяций, так и гербарные образцы. Анатомические исследования проводили, применяя окрашивание лигнифицированных тканей корня и стебля с помощью флороглюциновой реакции с добавлением соляной кислоты.

Важно учесть, что бутерлак *Lythrum portula* представлен в природе двумя экоморфологическими группами особей, различающимися по степени тесноты контакта и силе взаимодействия с водой. Это наземная и водная формы (рис. 1), которые были впервые упомянуты в классической работе А. Энглера (1903), а позднее были забыты и представлены лишь только в анатомическом атласе немецких ботаников (Schweingruber et al., 2020), которые с полным основанием отнесли бутерлак к земноводным растениям. Время и место прорастания семени, равно как и складывающиеся в локусах популяций конкретные экологические условия, оказывают заметное влияние на развитие растения, процесс побегообразования и анатомическое строение корней и стеблей.



Рис. 1. Экологические формы *Lythrum portula*. Водная форма (слева) и наземная форма (справа)

Размножение бутерлака осуществляется только семенами, которых образуется до 22 в одном плоде (коробочке). Семя бутерлака имеет одну плоскую и одну выпуклую стороны, и потому в каждом из отсеков плода мы находим пару семян, обращенных друг к другу плоскими сторонами (Рис. 2). Как стенка плода, так и пленчатые перегородки внутри него во влажном состоянии в достаточной степени прозрачны, из-за чего семена просвечивают и видны наблюдателю даже в не вскрытой коробочке (Рис 2). Как и у ряда других гигрофитов бутерлаку свойственна гигрохазия – вскрывание плодов во влажном состоянии.

Экспериментально нами было установлено, что семена *Lythrum portula*, находясь под сплошным слоем воды в условиях дефицита кислорода, не прорастают, в то время как на поверхности влажной почвы их всхожесть была очень высока и составила 92%. На основании результатов этого эксперимента можно предполагать, что все активные популяции *Lythrum portula* в природе возникают на незатопленных участках, но когда в понижениях рельефа после сильных дождей накапливается вода, прорастающие там особи популяционных локусов бутерлака начинают развиваться по типу водной формы. Кроме того, наблюдая в природе растения *Lythrum portula* с отмершими начальными фитомерами главного побега, можно предположить, что в случае снижения уровня воды и высыхания особи водной формы не погибают, а продолжают развитие по типу наземной формы, но с гибелью тех частей побега, которые сформировались в период затопления и находились под водой продолжительное время. Все эти факты говорят о широкой экологической валентности *Lythrum portula*

по фактору влажности, позволяющей ему выживать в радикально меняющихся условиях среды.

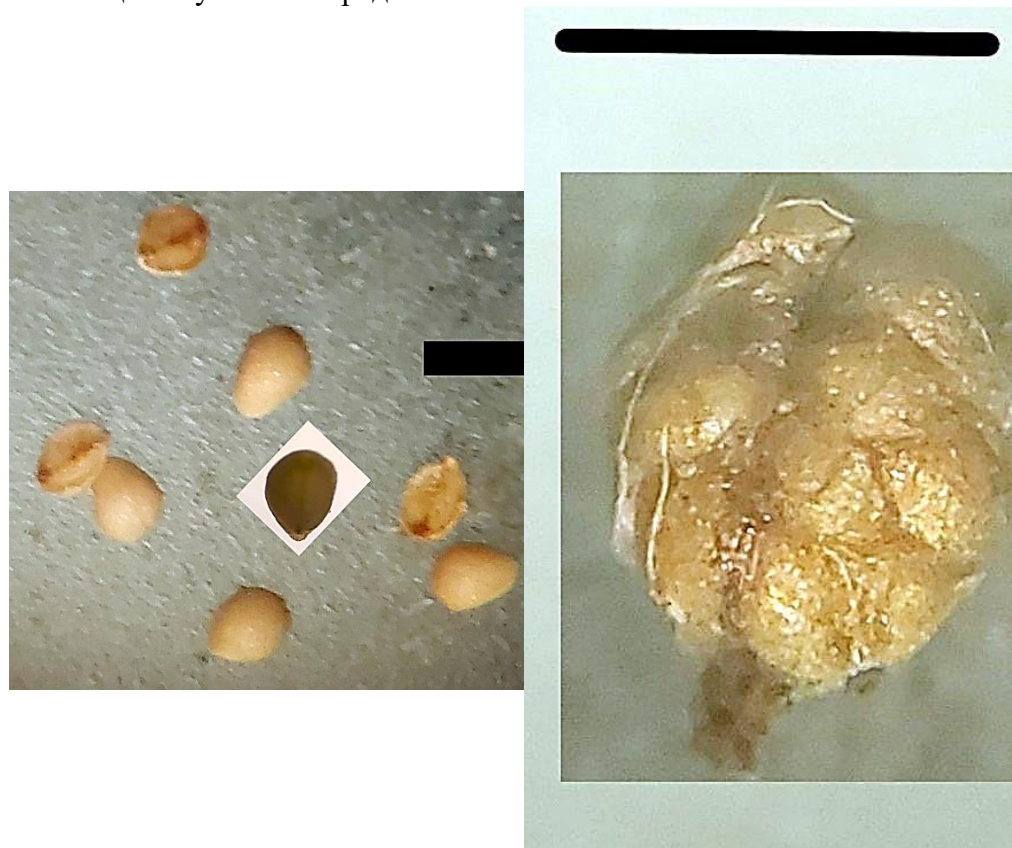


Рис. 2. Семена (слева масштабная линейка 0,3 мм) и плод коробочка (масштабная линейка 1 мм) (справа)

В ходе онтогенеза растения *Lythrum portula* уже на ранних этапах (сразу вскоре после прорастания семени) теряют главный корень (Рис. 3), который прекращает расти и, его функции начинают выполнять придаточные корни. Процесс замены главного корня придаточными, судя по нашим наблюдениям, может происходить тремя несколько различными путями. Первый вариант: главный корень, практически не проявляющий никаких признаков роста, остается у проростка в виде короткого конуса, диаметр которого равен диаметру гипокотилия, практически; ничем визуально заметным от него не отграниченного (Рис. 3 а). Второй вариант: упомянутый конус лишь чуть-чуть удлиняется, слегка утончаясь, а от гипокотилия сразу над конусом вместе с бугорком зачатком еще одного придаточного корня быстро отрастает мощный придаточный корень (Рис. 3 б). Третий вариант: главный корень заметно удлиняется в ходе непродолжительного роста, а на его границе с гипокотилем становится

заметным слабо выраженный коллет (Parsons, 2009, Марков, Юсуфова, 2014), покрытый ризоидами рис. 3 в).

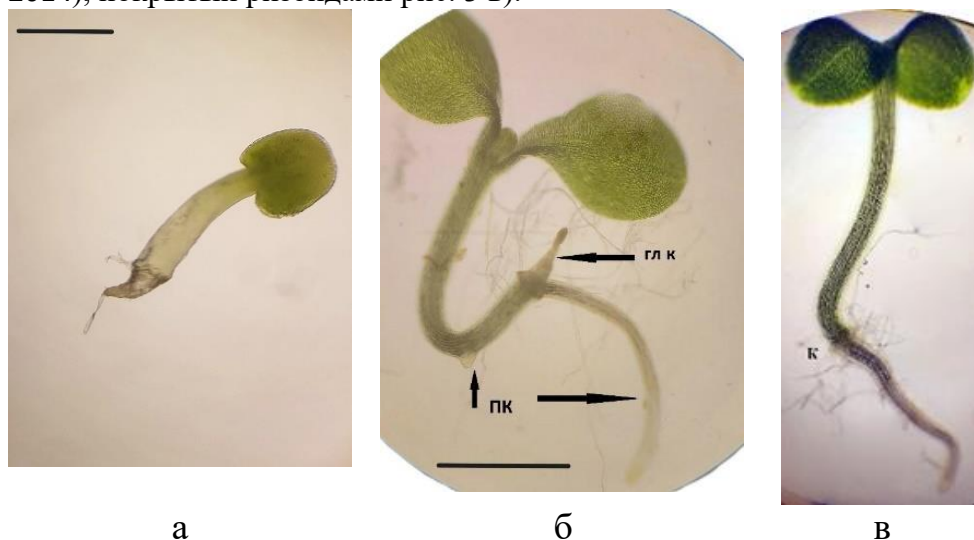


Рис. 3. Проростки бутерлака: процесс замены главного корня у проростка придаточными (а - вариант 1);(б - вариант 2) показаны уже прекративший рост главный корень (гл к) а также первый придаточный и зачаток еще только заложившегося придаточного корня (ПК); в - вариант 3 – на границе между гипокотилем и главным корнем располагается коллет (к), покрытый длинными ризоидами; масштабная линейка 1мм

Развивающийся побег в результате полегания становится плагиотропным, простратным и формирует придаточные корни (по одному или два) от узлов, контактирующих с почвой а ранее (сформированные на начальных этапах онтогенеза участки побега) со временем постепенно начинают отмирать (Рис. 4). Взрослое вегетативное растение способно укореняться от узлов, расположенных в различных частях побеговой системы и, в том числе, благодаря придаточным корням, отходящим от наиболее молодых фрагментов распростертого ползучего побега и потому перестает зависеть от минерального питания, поступающего от многих ранее сформированных на старых частях лежачего побега придаточных корней.

Расположение побега в пространстве будет сильно меняться в зависимости от условий произрастания. Водные формы образуют, в отличие от наземных, ортотропные побеги, выносящие верхние розетки листьев на поверхность воды, реализуя возможность разместить фотосинтезирующие части максимально ближе к поверхности воды, независимо от ее прозрачности, и к свету. В итоге формируется побег с удлиненными междоузлиями в подводной части и

розеткой листьев на поверхности. У наземных форм побег, стелющийся по поверхности земли с тенденцией к плагиотропному расположению в пространстве. Придаточные корни развиты мощнее, и, благодаря им, растение лучше закрепляется в субстрате фактически на всем протяжении стебля. Междоузлия наземной формы заметно (достоверно) короче, чем у представителей водной формы, что подтверждается результатами измерений. Для сравнения, средняя длина междоузлий у наземной формы составляет $0,6 \pm 0,02$ см против $1,32 \pm 0,02$ см у водных форм, то есть в два раза меньше (рис. 5).



Рис. 4. Отмирание (оп) наиболее старых фрагментов лежачего побега

Другая важная отличительная особенность морфологии особей водной от наземной формы *Lythrum portula* связана со степенью ветвления их побегов. Водные растения практически не образуют боковых побегов (паракладиев), в то время как у особей наземной формы от первого-третьего нижних узлов активно развиваются побеги обогашения, на которых в свою очередь также могут формироваться побеги третьего порядка. В выборке из 60 особей наземной формы, нам не встретилось ни одного экземпляра без побегов обогашения, в то время как из 100 особей водной формы 56 вообще не имели таких побегов.



Рис. 5. Узловые придаточные корни, отходящие от двух узлов распростертого побега

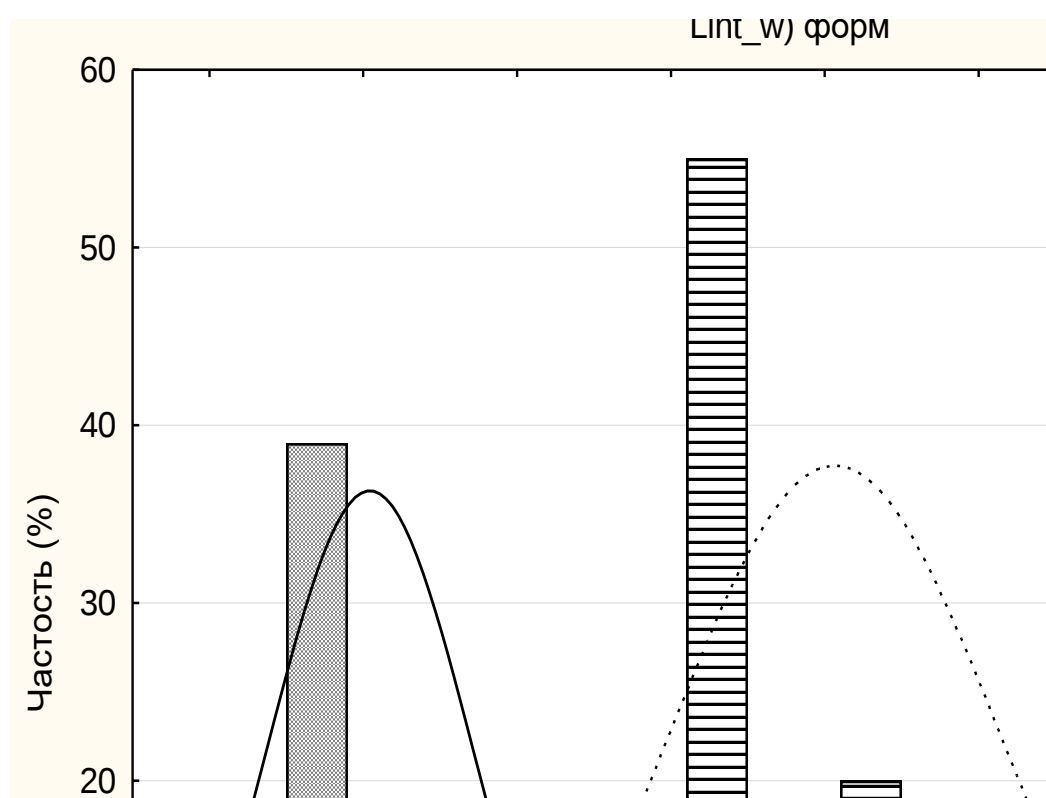


Рис. 5. Варьирование длины междоузлий побега у особей *Lythrum portula* наземной (Lint_air) и водной (Lint_w) форм

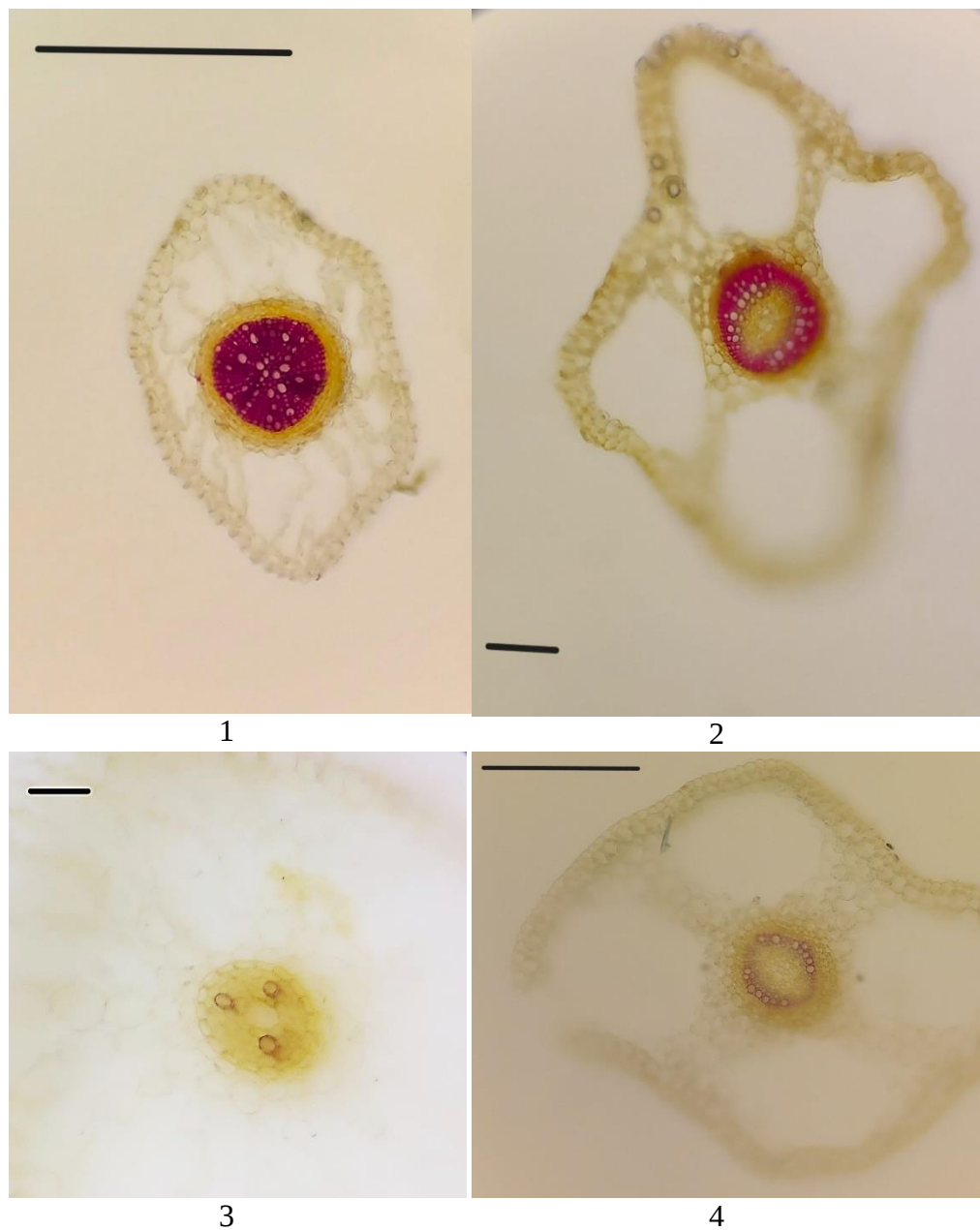


Рис. 3. Анатомия стебля и придаточного корня на поперечных срезах *Lythrum portula*. 1 – корень у особи наземной формы, 2 – стебель у особи наземной формы (масштабная линейка – 1 мм), 3 – центральный цилиндр придаточного корня у особи водной формы (масштабная линейка – 100 мкм), 4 – поперечный срез стебля у особи водной формы (масштабная линейка – 1 мм)

Анатомическое строение стеблей и придаточных корней у особей двух разных экологических форм *Lythrum portula* также заметно отличалось. Главным образом, эти различия касались степени развития арматурных и проводящих тканей. Известно, что у водных растений из-за роста в воде, как среде более плотной, проявляется тенденция к редукции опорных тканей ксилемы. Помимо того, важнейшим показателем адаптации растительного организма к произрастанию в водной среде, выступает степень формирования воздухоносной ткани аэренхимы. На рис. 3 можно наблюдать отличия в степени развития этих тканей.

В придаточном корне *Lythrum portula* сформирована в коре аэренхима колесообразного лизигенно радиального типа, которая представлена четырьмя крупными межклеточными полостями, отделенными друг от друга неветвящимися рядами клеток. Оценка степени развития аэренхимы в процентном соотношении с остальными тканями органа показала, что у особей водной формы аэренхима в среднем занимает 65,7% площади поперечного среза. У растений же наземной формы она занимает заметно меньше - 51,8%. Последнее значение, отметим, также весьма велико, а это доказывает сильную зависимость от избытка влажности и наземной формы. Самое яркое отличие, которое сразу бросается в глаза при рассмотрении поперечных срезов осевых органов – это степень выраженности ксилемы (рис. 3). У особей наземной формы хорошо просматриваются вторичное утолщение клеточных стенок и их лигнификация в ксилеме, а также слой флоэмы снаружи от окрашенной флороглоуцином древесины. У водных же форм мы наблюдаем крайне упрощенное строение проводящих элементов, которое порой бывает слабо выраженным едва заметным. На представленном нами рисунке поперечного среза корня мы видим всего три сосуда, которые наиболее заметны в составе триархной первичной ксилемы. Для некоторого числового выражения полученных отличий мы подсчитали долю особей в каждой из групп, образующих вторичное утолщение в корне. Получилось, что у представителей водной формы вторичного утолщения и заметного одревеснения не происходит вовсе, а у наземной формы 80% особей сформировали проводящую систему именно таким образом, т. е. демонстрируя переход к непродолжительному вторичному утолщению в корне.

При анализе анатомических различий в стебле мы также учитывали и оценку степени развития аэренхимы. Эта ткань в стебле развивается иначе, чем в корне. Образуются четыре крупные продольные полости и четыре луча из паренхимных клеток, разделяющих аэренхимные полости. Объем, занимаемый аэренхимой у представителей водной группы немногим, превышает таковой у

сухопутной (65,7% против 51,8%). Различия заключаются в диаметре центрального цилиндра и наполненности водой и воздухом лакун аэренхимы.

Более значимым отличием в анатомическом строении стеблей *Lythrum portula* является степень развития проводящих элементов. Ксилема изначально развивается в виде двух пучков, серповидной формы, состоящих из крупных сосудов и располагающихся напротив более крупных радиальных лучей паренхимных клеток в коре. В некоторых случаях проводящие пучки могут срастаться концами полумесяцев, образуя кольцо. Мы оценивали отличия в развитии проводящей системы по степени развития пучков, определяя их замкнутость. У всех 100% особей наземной формы проводящие пучки срастались, образуя кольцо с мощным утолщением в начальных точках формирования, где количество слоев сосудов ксилемы могло достигать до 5. У особей водной формы проводящие пучки срастались только у 70% особей. При этом толщина ксилемного слоя не превышала двух рядов сосудов.

Анатомическое и морфологическое строение *Lythrum portula* во многом определяется конкретными условиями произрастания. Прорастание семени может произойти на пониженных участках рельефа, что создает условия для задержки воды. В таком случае растения вынуждены проходить все или большинство стадий своего онтогенеза в погруженном состоянии. В таком случае лучше развивается аэренхима как корня, так и стебля. Проводящая система, как и у большинства вторично водных растений, проявляет признаки редукции. Слабо развиты проводящие пучки в стебле. Побеги вытягиваются за счет междоузлий, на поверхности воды формируется розетка листьев.

Без погружения в воду растение развивается с более четко выраженной проводящей системой, и менее развитой аэренхимой, хотя она всё также занимает около половины всего объема как корня, так и стебля. Побеги на большем протяжении стелются по субстрату, активно ветвясь и образуя массу придаточных корней, отходящих от узлов. Тем самым растение обеспечивает себе рост в наиболее влажных участках.

Список литературы

Марков М.В., Юсуфова В.З. 2014. К анатомии и морфологии коллета как особой структуры у проростков некоторых видов растений // В сборнике: Труды IX Международной конференции по экологической морфологии растений, посвященной памяти Ивана Григорьевича и Татьяны Ивановны Серебряковых. (к 100 летию со дня рождения И.Г. Серебрякова). Ответственный редактор: В.П. Викторов. С. 306-309.

- Bailly J.S. et al. 2015. Vegetation patch effects on flow resistance at channel scale //E-proceedings of the 36th IAHR (Iahr-Int Assoc hydro-environment engineering research World Congress. P. 1-5.
- De Vos O.C. 1971. Studies in floral anatomy of the Lythraceae I. Placental vascularisation in *Peplis* L // Acta botanica neerlandica. T. 20. №. 2. C. 239-244.
- Engler A. 1903. Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Akademie der Wissenschaften von A. Engler. 326 S.
- Mahmoodi R., Faghir M., Shavvon R. 2022. Foliar micromorphology of the family Lythraceae in Iran with special emphasis on the genera *Lythrum*, *Ammannia*, and *Rotala* // Rostaniha. V. 23. P. 161-179.
- Parsons R.F. 2009. Hypocotyl hairs: an historical perspective // Australian Journal of Botany. V. 57. № 2. P. 106-108.
- Schweingruber F.H., Kučerová, Adamec L., J. Doležal J. 2020. Anatomic Atlas of Aquatic and Wetland Plant Stems. Springer. 486 p.

DIMORPHISM IN POPULATIONS OF *LYTHRUM PORTULA*

D.O. Grushenkov, M.V. Markov

Moscow State Pedagogical University, Moscow

This study investigates the morphological and anatomical traits of two ecological forms of the widespread annual plant *Lythrum portula*. The ontogenetic patterns of the plant and variations in its anatomical structure, influenced by seed germination conditions, are characterized.

Keywords: *dimorphism, therophyte, anatomy, ontogenesis, aerenchyma.*

Об авторах:

МАРКОВ Михаил Витальевич – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Московский государственный педагогический университет», 119571, Москва, пр-т Вернадского, д. 88 e-mail: markovsmail@gmail.com.

ГРУШЕНКОВ Дмитрий Олегович – аспирант кафедры ботаники института биологии и химии, ФГБОУ ВО «Московский государственный педагогический университет», 119571, Москва, пр-т Вернадского, д. 88, e-mail: dmgrushenkov.mos@yandex.ru.

Грушенков Д.О. Диморфизм в популяциях *Lythrum portula* / Д.О. Грушенков, М.В. Марков // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 78-88.

Дата поступления рукописи в редакцию: 06.01.25

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 58.02:581.821.1:527.7

DOI: 10.26456/vtbio400

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТЬИЧНОГО АППАРАТА *CARPOBROTUS EDULIS* (AIZOACEAE) В НЕКОТОРЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ВТОРИЧНОГО АРЕАЛА*

Л.В. Озерова, Ю.К. Виноградова

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

Параметры устьичного аппарата в значительной степени определяются факторами внешней среды. Рабочая гипотеза нашего исследования предполагает, что морфометрические признаки устьиц меняются при формировании вторичного ареала чужеродного вида, поскольку растения активно адаптируются к новым условиям среды. Объект исследования – многолетнее травянистое суккулентное растение *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. BR. Этот вид с естественным ареалом, расположенном в Капской провинции, является одним из наиболее опасных инвазионных видов в прибрежных дюнных системах субтропического климата по всему миру. Цель исследования – сравнительный анализ параметров устьичного аппарата *C. edulis* в инвазионных популяциях вторичного ареала. Материал собран в 4 инвазионных популяциях: в Египте (2 образца), Калифорнии (1) и в Турции (1). Для изучения особенностей устьичного аппарата использовался метод получения лаковых реплик со свежих листьев. Морфометрические признаки измеряли с помощью цифрового микроскопа Keyence VHX-1000E. Объем пробы для определения размеров устьиц – 40–50 шт. Среднюю площадь устьиц вычисляли по формуле площади эллипса. У всех изученных образцов *C. edulis* листья амфистоматические, устьичный аппарат парацитного типа. Морфометрические параметры устьиц слабо изменчивы, форма устьиц продолговатая, индекс относительной площади транспирации практически одинаково низкий – 3–4%. Выявлены различия в стратегии растений в различных популяциях: у египетских и калифорнийских образцов устьица мельче, но число их больше, тогда как у турецкого образца устьица в два раза крупнее, но число их в два раза меньше.

Ключевые слова: *Carpobrotus edulis*, устьица, инвазия, адаптация, вторичный ареал.

* Работа выполнена в рамках госзаданий ГБС РАН «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения» (№122042600141-3) и «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№ 122042700002-6)

Введение. Одним из показателей адаптации растений к природно-климатическим условиям являются параметры устьичного аппарата. Морфология и распределение устьиц зависят и от биологии вида, и от глобальных климатических изменений. Поскольку устьица регулируют газообмен, они адаптируются к локальным и макро-изменениям на всех временных масштабах – от минут до тысячелетий (Hetherington, Woodward, 2003). Число и размеры устьиц могут изменяться также под влиянием ряда экологических факторов: света, влажности воздуха, влагообеспеченности и концентрации CO₂ в атмосфере (Woodward, Kelly, 1995). Растение должно поддерживать движение воды из почвы к листу, и быстрая реакция устьиц на изменение окружающей среды, является одной из основных характеристик этого поддержания (Hetherington, Woodward, 2003). Рабочая гипотеза нашего исследования предполагает, что параметры устьичного аппарата меняются также, при формировании вторичного ареала чужеродного вида, поскольку растения активно адаптируются к новым условиям среды.

Объектом исследования стал *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. BR. (Aizoaceae) – стелющееся многолетнее травянистое суккулентное растение, укореняющееся в узлах и образующее плотные заросли. Листья сочные, 60-130 x 10-12 мм длины, слегка сросшиеся у основания, в сечении треугольные, с восковым налетом, зеленые или слегка сизоватые, в более зрелом возрасте – красноватые; адаксиальная и боковые поверхности отчетливо вогнутые. Цветки одиночные, 100-150 мм в диаметре, в типе желтые, выцветающие до бледно-розовых (Leistner, 2000), у *C. edulis* var. *rubescens* – розовые или пурпурные (Parker, 2025). В естественном ареале, в южной Африке, растет на прибрежных и внутренних склонах от Намакваленда в Северной Капской провинции и Западной Капской провинции до Восточной Капской провинции. Часто встречается как пионер на нарушенных участках.

В Европу, на Пиренейский полуостров, вид был интродуцирован для закрепления почвы в прибрежных районах. С 1892 года вид начал широко распространяться на север полуострова, и сначала его даже считали местным растением. В настоящее время *C. edulis* широко распространился во всех странах Европы с средиземноморским климатом (Lambdon et al., 2008).

На американский континент вид попал в начале 1900-х годов, когда его завезли в Калифорнию для стабилизации почвы вдоль железнодорожных путей, и до 1970-х годов тысячи акров были засажены карпобротусом. В течение нескольких десятилетий его также широко продвигали как декоративное растение для домашних садов, и оно до сих пор доступно в некоторых питомниках. Семена *C. edulis*

легко распространяются оленями, кроликами и крысами. Отдельные клоны могут вырасти до 50 м в диаметре, а сегменты побега продолжают расти, даже если они изолированы от материнского растения. *C. edulis* распространяется за пределы ландшафтных посадок и вторгается в прибрежные кустарниковые заросли, дюны, прибрежные утёсы, в приморские чапарали, дубовые леса. Его всходы легко приживаются после нарушения целостности почвы, их часто можно увидеть вдоль дорог, на тропах и в курганах сусликов, а также на участках с открытым песком и недавно выжженными территориями. Он не переносит морозов и не встречается далеко от побережья или на высоте более 150 м. Цветение происходит почти круглый год, начиная с февраля в Южной Калифорнии и продолжая до осени в Северной Калифорнии (Novoa et al., 2023).

В настоящее время *C. edulis* считается одним из наиболее опасных инвазионных видов в прибрежных дюнных системах субтропического климата по всему миру. Успех *C. edulis* в качестве захватчика можно объяснить несколькими ключевыми адаптивными механизмами: растение демонстрирует высокую скорость клонального роста и высокий уровень фенотипической пластичности, что позволяет ему наилучшим образом интегрироваться в различные условия окружающей среды. Этот вид легко и быстро распространяется, образуя плотные маты, которые заглушают аборигенные низкорослые виды, особенно в прибрежных местообитаниях. *C. edulis* повышает содержание солей в почве и препятствует проникновению света к другим видам. Соли, выделяемые им, подавляют рост травянистых растений. Растение разлагается медленно, оставляя биомассу на несколько лет. Накопление органических веществ на песчаных дюнах может привести к вторжению других неместных растений, которые обычно не могут расти в песке. *C. edulis* также стабилизирует песчаные дюны, что меняет естественный процесс их формирования и перемещения. Таким образом, *C. edulis* представляет серьезную угрозу для местной флоры и существенно влияет на почвенные условия и геохимические процессы, вызывая изменения pH почвы. Вид внесен в списки инвазионных видов Франции, Португалии, Испании, Израиля, США (Калифорния), Австралии и Новой Зеландии (Parker, 2025). Как вид-трансформер приводится для Аргентины (Delucchi, 2021). Мы наблюдали инвазионную популяцию *C. edulis* в 2019 г. на острове Крит (Греция).

Род *Carpobrotus* включает в себя комплекс видов, которые легко гибридизуют, и их трудно отличить друг от друга (Novoa et al., 2023). Благодаря гибридизации инвазионный *C. edulis* приобретает генетическое разнообразие и новые признаки, которые еще больше повышают его адаптивность. В Аргентине вид легко вступает в

генетический обмен с *C. chilensis* (Mol.) N. E. Br., что приводит к гибридным вариантам с уникальными генетическими комбинациями, которые позволяют растениям процветать и вытеснять местную флору.



Рис. 1. Инвазионная популяция *Carpobrotus edulis*.

Крит, май 2019 г.

При сравнении меж- и внутривидовой изменчивости трех гибридных образцов и обоих родительских видов продемонстрирована высокая фенотипическая изменчивость признаков, характеризующих клональный рост и физиологию (Weber, D'Antonio, 2000). *C. edulis* во всех условиях эксперимента имел наибольшую биомассу, но *C. chilensis* формировал более длинные побеги. Авторы сделали вывод, что высокая степень изменчивости гибридов и *C. edulis*, возможно, объясняет успех их инвазии в различные места обитания в прибрежной Калифорнии.

Цель исследования – сравнительный анализ параметров устьичного аппарата *C. edulis* в инвазионных популяциях вторичного ареала и выявление степени изменчивости этого признака.

Методика. Материал собран в следующих инвазионных популяциях вторичного ареала:

- 1) в окрестностях г. Сафага, Египет, N 26.845724, E 33.997403;
- 2) в национальном парке Сомы Бей, Египет, N 26.860328, E 33.992836;
- 3) на границе парка Гриффит и парка Трейлс, недалеко от Обсерватории Гриффит, г. Лос-Анжелес, Калифорния, США, N 34.11050, W 118.30774;
- 4) в 4 км на юго-запад от г. Сиде, Турция, N 36.810676, E 31.338641.

Во всех 4 инвазионных популяциях отбирали по 3 растения, с каждого из которых брали по 2 листа из средней части побега.

Для изучения особенностей устьичного аппарата использовался метод получения лаковых реплик со свежих листьев (Озерова, Виноградова, 2024). Анализировали следующие микроморфологические признаки: число замыкающих клеток устьиц, длина продольной оси устьица (L), длина экваториальной оси (D), форма устьиц (по соотношению L/D), площадь одного устьица (S_{yc}), число устьиц на единицу площади, общая транспирационная площадь (средняя площадь одного устьица, умноженная на число устьиц в поле зрения микроскопа, nS). Эти семь признаков изучены как для боковых, так и для адаксиальной стороны листа, а затем определено их соотношение. Таким образом, устьичный аппарат обоих образцов характеризовался по 21 количественному признаку.

Морфометрические признаки измеряли с помощью цифрового микроскопа Keyence VHX-1000E. Объем пробы для определения размеров устьиц – 40–50 шт. Среднюю площадь устьиц вычисляли по формуле площади эллипса: $S_{yc} = \pi \cdot \frac{1}{2}L \cdot \frac{1}{2}D$, где L – средняя длина продольной оси устьица, D – средний экваториальный диаметр устьица. Число устьиц (n) подсчитывали не менее чем в 5 полях зрения микроскопа при увеличении $\times 300$. Статистический анализ проведен с использованием программы PAST 3.15. Различия между образцами устанавливали с помощью теста Tukey-Kramer ($\alpha = 0.05$).

Результаты и обсуждение. У всех образцов *C. edulis* листья амфистоматические: устьица располагаются и на адаксиальной, и на боковых сторонах листа. Устьица окружены двумя крупными округлыми замыкающими клетками и несколько углублены в эпидермис. Устьичный аппарат парацитного типа: каждая из замыкающих клеток устьиц сопровождается одной побочной клеткой, располагающейся параллельно замыкающей клетке (рис. 2).

Данные по морфометрическим признакам представлены в таблице. У всех образцов длина, диаметр и число устьиц статистически не различаются между адаксиальной и боковыми сторонами листа. Форма устьиц у всех образцов продолговатая ($L/D = 1,7-2,3$), и устьица на адаксиальной стороне листа немногим более удлиненные, чем на боковых. По размерам и численности устьиц не отмечено достоверных различий между тремя популяциями (Сафага, Сом-Бей, Лос-Анжелес), тогда как устьица у растений из турецкой популяции в два раза крупнее ($32,2 \times 16,8$ мкм на боковой стороне и $35,8 \times 18,1$ мкм на адаксиальной стороне), но число их в два раза меньше (рис. 3). Таким образом, общая площадь устьиц в пересчете на квадратный миллиметр у всех образцов статистически не различается, и индекс относительной площади транспирации практически одинаково низкий – 3-4%.

Таблица 1

Параметры устьиц *Carpobrotus edulis*

Место сбора образца	длина L, мкм	ширина D, мкм	L/D	S=LD, мкм ²	шт/мм ²	S, мкм ² total/ мм ²	I, %
Сафага, боковая сторона	$21,7 \pm 0,4$ 15,8-28,9	$13,0 \pm 0,2$ 9,7-16,0	$1,7 \pm 0,0$ 1,2-2,4	$222,4 \pm 5,9$ 153,8-305,9	$166,3$ 161-176	36985	4
Сафага, адаксиальная сторона	$23,2 \pm 0,5$ 18,2-32,6	$12,4 \pm 0,3$ 9,0-19,5	$1,9 \pm 0,0$ 1,4-2,5	$228,3 \pm 8,7$ 135,5-415,9	$165,3$ 164-168	37738	4
Сома-Бей, боковая сторона	$28,2 \pm 0,6$ 17,9-39,8	$13,0 \pm 0,3$ 9,6-17,2	$2,2 \pm 0,1$ 1,3-3,0	$291,2 \pm 10,3$ 172,0-463,9	$114,9$ 101-124	33459	3
Сома-Бей, адаксиальная сторона	$27,5 \pm 0,6$ 19,0-36,8	$12,2 \pm 0,2$ 9,2-17,5	$2,3 \pm 0,0$ 1,6-3,3	$265,5 \pm 9,4$ 166,2-456,5	$112,6$ 90-146	29895	3
Лос-Анжелес, боковая сторона	$24,2 \pm 0,3$ 17,4-32,8	$10,7 \pm 0,2$ 6,4-14,4	$2,3 \pm 0,0$ 1,4-3,7	$203,5 \pm 5,3$ 105,9-334,3	$153,1$ 135-169	31156	3
Лос-Анжелес, адаксиальная сторона	$24,8 \pm 0,3$ 13,8-33,9	$9,5 \pm 0,2$ 5,4-13,3	$2,7 \pm 0,1$ 1,6-3,9	$186,2 \pm 4,4$ 66,3-274,1	$164,4$ 158-180	30611	3
Сиде, боковая сторона	$32,2 \pm 0,5$ 20,8-41,3	$16,8 \pm 0,3$ 14,1-21,5	$1,9 \pm 0,0$ 1,4-2,3	$426,7 \pm 11,4$ 250,5-697,5	$63,8$ 56-78	27223	3
Сиде, адаксиальная сторона	$35,8 \pm 0,5$ 27,6-43,1	$18,1 \pm 0,2$ 15,4-22,2	$2,0 \pm 0,0$ 1,4-2,6	$509,8 \pm 9,1$ 384,9-721,3	$63,9$ 56-76	32576	3

Примечание: В числителе среднее значение признака, в знаменателе – амплитуда изменчивости.

Как было отмечено ранее в литературных источниках, способность *C. edulis* к быстрой адаптивной эволюции проявляется в изменчивости его экофизиологических характеристик. Так, выявлено (Fenollosa et al., 2017), что во вторичном ареале в Испании *C. edulis* проявляет фотозащитные реакции на сезонную динамику окружающей среды и экологические стрессы. Летом *C. edulis* использует особые преимущества ксантофиллового цикла, а зимой демонстрирует высокое соотношение Fv/Fm. Экспериментальными методами при сравнении 4 образцов из естественного ареала и 4 образцов из вторичного ареала (северо-запад Пиренейского полуострова) показано, что повышение температуры увеличивает фотохимическую эффективность и относительную скорость роста *C. edulis* (Camproy et al., 2021). Инвазионные популяции демонстрировали меньшее

распределение корневой массы и более высокую выживаемость, а также повышенную эффективность использования воды, перекисное окисление липидов, содержание хлорофилла и пигментов ксантофиллового цикла по сравнению с образцами из естественного ареала. Различия между аборигенными и инвазионными генотипами по выживаемости и функциональным признакам показали, что популяции в процессе инвазии дивергировали.

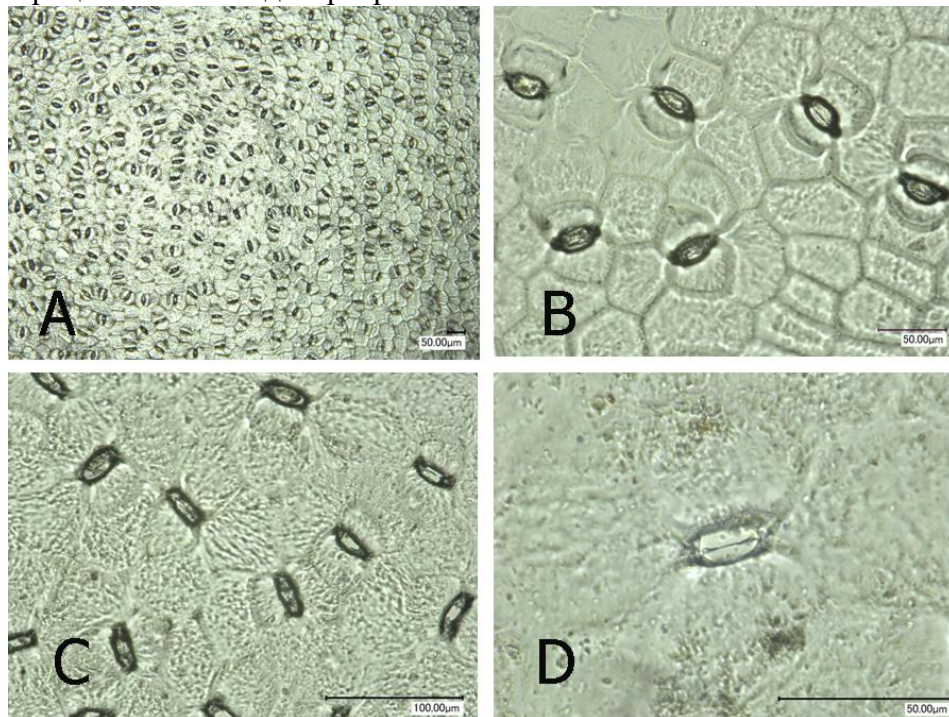


Рис. 2. Устьица *Carpobrotus edulis*.

А – Лос-Анжелес, адаксиальная сторона, х 250; В – Сиде, адаксиальная сторона, х 1000; С – Сомма-Бей, адаксиальная сторона, х 1000;

Д – Сомма-Бей, боковая сторона, х 2500.

В нашем исследовании внутриклональная изменчивость параметров устьиц была невелика: CV длины и диаметра устьица составлял 12-16%, а площади одного устьица – 13-25%. Черты суккулентности – низкая относительная площадь транспирации и погруженные в ткань эпидермиса устьица – отмечены у всех образцов. Межпопуляционная изменчивость по размерам и числу устьиц выявлена между турецким и остальными образцами, что мы связываем с адаптацией растения в ходе формирования его вторичного ареала к более низким температурам и более высокой влажности воздуха Средиземноморского региона.

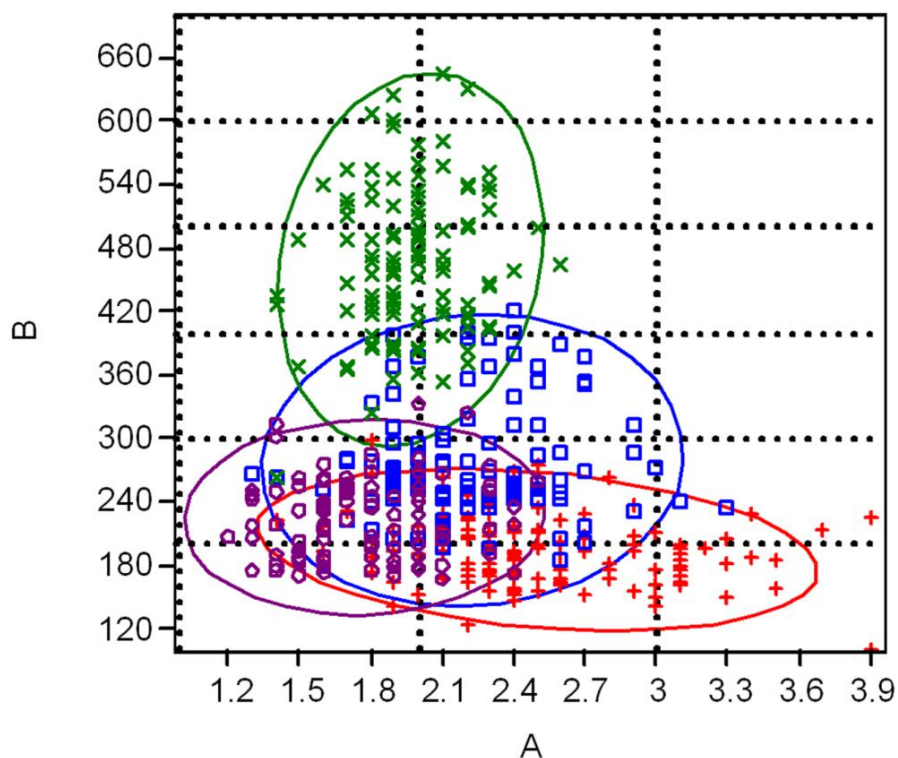


Рис. 3. Размеры устьиц *Carpobrotus edulis*.

А – отношение длины продольной оси устьица к его диаметру,
В – площадь устьица. Красный овал – Лос-Анжелес, синий – Сом-Бей,
фиолетовый – Сафага, зеленый – Сиде.

Выводы. У всех изученных образцов *Carpobrotus edulis* листья амфистоматические, устьичный аппарат паразитного типа. Морфометрические параметры устьиц слабо изменчивы, форма устьиц продолговатая, индекс относительной площади транспирации практически одинаково низкий – 3-4%. Выявлены различия в стратегии растений в различных популяциях: у египетских и калифорнийских образцов устьица мельче, но число их больше, тогда как у самого северного турецкого образца устьица в два раза крупнее, но число их в два раза меньше. Полученные нами данные подчеркивают важность анализа внутривидовой изменчивости микроморфологических признаков для более точного прогноза реагирования инвазионных видов на изменения окружающей среды

Авторы искренне благодарят Ольгу Владимировну Шелепову (ГБС РАН) за предоставление материала для исследования.

Список литературы

- Озерова Л.В., Виноградова Ю.К. 2024. Изменения параметров устьиц инвазионного вида *Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br. в условиях оранжереи // Промышленная ботаника. Вып. 24, № 1. С. 154–158. DOI: 10.5281/zenodo.10845720.
- Campos J., Lema M., Fenollosa E., Munné-Bosch S., Retuerto R. 2021. Functional responses to climate change may increase invasive potential of *Carpobrotus edulis* // American Journal of Botany. Vol. 108 (10). P. 1902-1916.
- Delucchi G. 2021. Las especies vegetales invasoras en la Argentina. Su categorización // Historia Natural. Tercera Serie. Vol. 11(2). P. 185-196.
- Fenollosa E., Munné-Bosch S., Pintó-Marijuan M. 2017. Contrasting phenotypic plasticity in the photoprotective strategies of the invasive species *Carpobrotus edulis* and the coexisting native species *Crithmum maritimum* // Physiologia plantarum. Vol. 160 (2). P. 185-200.
- Hetherington A.M., Woodward F.I. 2003. The role of stomata in sensing and driving environmental change // Nature. Vol. 424. P. 901-908.
- Lambdon P.W., Pysek P., Basnou C., et al. 2008. Alien flora of Europe: Species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. Preslia, 80 (2), 101-149.
- Leistner O.A. (ed.) 2000. Seed plants of southern Africa: families and genera. Strelitzia 10. National Botanical Institute, Pretoria. 775 p.
- Novoa A., Hirsch H., Castillo M. et al. 2023. Genetic and morphological insights into the *Carpobrotus* hybrid complex around the world // NeoBiota. Vol. 89ю P. 135-160 doi: 10.3897/neobiota.89.109164
- Parker Ch. *Carpobrotus edulis* (hottentot fig) // Электронный ресурс <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.10648>. 04.01.2024.
- Weber E., D'Antonio C.M. 2000. Phenotypic plasticity in hybridizing *Carpobrotus* spp. (Aizoaceae) from coastal California and its role in plant invasion // Canadian journal of botany. Vol. 77 (10). P. 1411-1418.
- Woodward F.I., Kelly C.K. 1995. The influence of CO₂ concentration on stomatal density // New Phytol. Vol. 131. P. 311-327.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF STOMATAL APPARATUS OF CARPOBROTUS EDULIS (AIZOACEAE) ACROSS INVASIVE POPULATIONS OF ITS SECONDARY RANGE

L.V. Ozerova, Yu.K. Vinogradova

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences,
Moscow

Stomatal apparatus parameters are strongly influenced by environmental factors. Our study hypothesizes that morphometric traits of stomata shift during the establishment of a secondary range in alien species, reflecting adaptive responses to novel environmental conditions. The focus of this

research is *Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br., a perennial succulent herb native to the Cape Province (South Africa) and now a highly invasive species in coastal dune ecosystems of subtropical regions globally. This study aims to compare stomatal apparatus characteristics of *C. edulis* across invasive populations within its secondary range. Leaf samples were collected from four invasive populations: two in Egypt, one in California (USA), and one in Turkey. Stomatal features were analyzed using lacquer replicas from fresh leaves, with morphometric measurements conducted via a Keyence VHX-1000E digital microscope. Stomatal size was assessed in samples of 40–50 stomata per population, and mean stomatal area was calculated using the ellipse area formula. All examined *C. edulis* leaves exhibited amphistomatic distribution and paracytic stomatal type. Morphometric parameters showed low variability: stomata were oblong, and the relative transpiration area index remained consistently low (3–4%). Population-specific strategies were observed: Egyptian and Californian samples had smaller stomata with higher density, whereas the Turkish sample displayed stomata twice as large but half as dense.

Keywords: *Carpobrotus edulis*, stomata, invasion, adaptation, secondary range.

Об авторах:

ОЗЕРОВА Людмила Викторовна – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории тропических растений, ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН), 127276, Москва, ул. Ботаническая, д. 4, e-mail: lyozeroval@yandex.ru.

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

Озерова Л.В. Сравнительная характеристика устьичного аппарата *Carpobrotus edulis* (Aizoaceae) в некоторых популяциях вторичного ареала / Л.В. Озерова, Ю.К. Виноградова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 89-98.

Дата поступления рукописи в редакцию: 06.01.25

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 58.035.4
DOI: 10.26456/vtbio401

ВЛИЯНИЕ СВЕТА РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ШАЛФЕЯ ДУБРАВНОГО В УСЛОВИЯХ *IN VITRO**

В.А. Черных, Л.А. Тохтарь, В.К. Тохтарь

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород

Исследование направлено на поиск оптимальных световых режимов, которые позволяют управлять ростом и развитием растений шалфея дубравного в условиях *in vitro*. Для оценки влияния света различного спектрального состава на морфометрические показатели растений шалфея дубравного в условиях *in vitro* были изучены пять вариантов освещения с разными соотношениями красного, синего и зеленого света. Сравнение высоты микрорастений, количества образовавшихся побегов и листьев позволило определить наиболее подходящий спектральный состав света для культивирования ш. дубравного.

Ключевые слова: шалфей дубравный, *Salvia nemorosa*, световые спектры, *in vitro* культивирование, оптимизация освещения, эфиромасличные культуры.

Введение. Эфиромасличные культуры представляют собой важный элемент современного сельского хозяйства и фармацевтической индустрии, благодаря своей способности вырабатывать биологически активные соединения. Эти растения являются источником ценных эфирных масел, находящих применение в медицине, косметологии, пищевой промышленности и ароматерапии. Особый интерес для науки и агропромышленного комплекса представляет *Salvia nemorosa* L. (шалфей дубравный). Интерес вызван его целебными свойствами и способностью адаптироваться к различным условиям, что делает его привлекательным для выращивания в разных климатических зонах. Однако традиционные методы сталкиваются с медленным ростом этих растений и их зависимостью от конкретных почвенно-климатических

* Исследование выполнено в рамках проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-15-2024-540 «Разработка природоподобных технологий управления свойствами и качественными показателями растений с использованием методов биофотоники и цифровых систем»).

условий.

Технологии *in vitro* позволяют ускорить размножение, сохранить генетические ресурсы и контролировать биохимический состав растений. (Тохтарь и др., 2017). Одним из ключевых аспектов оптимизации условий выращивания растений является регулирование освещения. Спектр света существенно влияет на фотосинтетическую активность и накопление вторичных метаболитов. Использование биотехнологий и точного контроля режимов выращивания растений может способствовать созданию оптимальной системы для выращивания эфиромасличных растений (Zhou et al., 2019; Muratova et al., 2020).

Шалфей дубравный (*Salvia nemorosa* L.) — многолетнее травянистое растение, семейства Яснотковые (Lamiaceae), достигающее в высоту от 40 до 100 сантиметров. Его стебли прямые, ветвистые, с характерной ребристой поверхностью, покрытой пушистыми листьями. Листья имеют размер от 4 до 10 сантиметров. Цветки шалфея дубравного собраны в ложные мутовки, образуя верхушечное колосовидное соцветие. Период цветения этого растения приходится на июнь и август. В природе шалфей дубравный произрастает в средней полосе европейской части России. Он предпочитает сухие луга, степи, обочины дорог и поля (Дудченко и др., 1989).

S. nemorosa является источником биологически активных метаболитов. В ходе одного из исследований были проанализированы эфирные масла, полученные из листьев и цветков шалфея дубравного. В результате было установлено, что масла, полученные из листьев и цветков, содержат схожие основные соединения: спатуленол (57,8 и 23,0%) и оксид кариофиллена (28,2 и 45,0%). Также в маслах преобладали оксигенированные сесквитерпены (86 и 68% соответственно).

Эфирное масло, полученное из шалфея дубравного, обладает высоким антимикробным потенциалом. Более чувствительными к его действию оказались грамположительные бактерии. Эфирное масло из листьев продемонстрировало высокую ингибирующую активность против *Staphylococcus aureus*, а масло из цветков — против *Candida albicans*. Результаты исследования показывают, что *Salvia nemorosa* обладает высокой антимикробной активностью в отношении грамположительных бактерий и штаммов грибов по сравнению с другими видами рода *Salvia* (Bahadori et al., 2017).

Методика. В рамках нашего исследования изучено влияние спектрального состава светового излучения на морфометрические параметры растений шалфея дубравного при культивировании в условиях *in vitro*. Микро растения культивировались на среде Мурасиге-Скуга (Murashige, Skoog, 1962) с добавлением 0,25 мг/л 6-

бензиламинопурина. Значение pH среды корректировалось до 5,6–5,8 с использованием децинормального раствора NaOH. Стерилизация осуществлялась автоклавированием (1 атм, 20 мин). Растения выращивались в колбах объемом 250 мл, содержащих 50 мл среды, герметизированных алюминиевой фольгой и лентой «Парафильм».

Влияние спектрального состава на характеристики роста и развития растений изучали на фитостеллажах «X-bright Fito Spectr V1.0» производства ООО «Электронные системы «БелГУ».

Фитостеллажи «X-bright Fito Spectr V1.0» оснащены диодными источниками освещения с возможностью регулировки спектрального состава и интенсивности светового излучения. Система управления фитостеллажами выполнена на базе панельного логического контроллера, при этом работа каждой из полок фитостеллажа осуществляться по индивидуальному графику, определяемому оператором в настройках системы. Контрольную группу растений культивировали на фитостеллажах, оснащенных светодиодными лампами Navigator (220V T8 G13 18W 6500K 120 0мм 1600Лм).

Спектральный анализ источников света проводили спектрометром UPRtek MK350D, что позволило количественно оценить параметры излучения и подобрать оптимальные режимы облучения.

В экспериментах использовались 5 вариантов освещения с различным соотношением красного (R), синего (B) и зеленого (G) света (табл. 1):

- 1 – R:B:G = 1:1:1,
- 2 – G:B:R = 2:1:1,
- 3 – B:R:G = 2:1:1,
- 4 – R:B:G = 2:1:1,
- 5 – контроль.

Таблица 1

Варианты спектрального состава и интенсивности освещения растений в контрольной и экспериментальных группах

Показатель	Вариант опыта				
	1	2	3	4	5 (контроль)
PPF	50,04	44,20	51,46	59,79	44,18
PPF-B	18,19	12,56	24,47	17,29	12,53
PPF-G	16,21	20,16	12,38	14,45	13,85
PPF-R	16,08	12,01	14,94	28,42	18,04

В помещении лаборатории поддерживалась температура воздуха в пределах $24 \pm 2^\circ\text{C}$, влажность воздуха – 50%.

Продолжительность светового периода 16-часов. После 28-суточного цикла анализировали морфометрические параметры: высоту эксплантов; количество побегов, листьев и жизнеспособность растений. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Microsoft Excel 2024.

Результаты и обсуждение. В ходе исследований было установлено, что различные спектры света по-разному влияют на рост и развитие растений *Salvia nemorosa* (рис. 1, табл. 2).

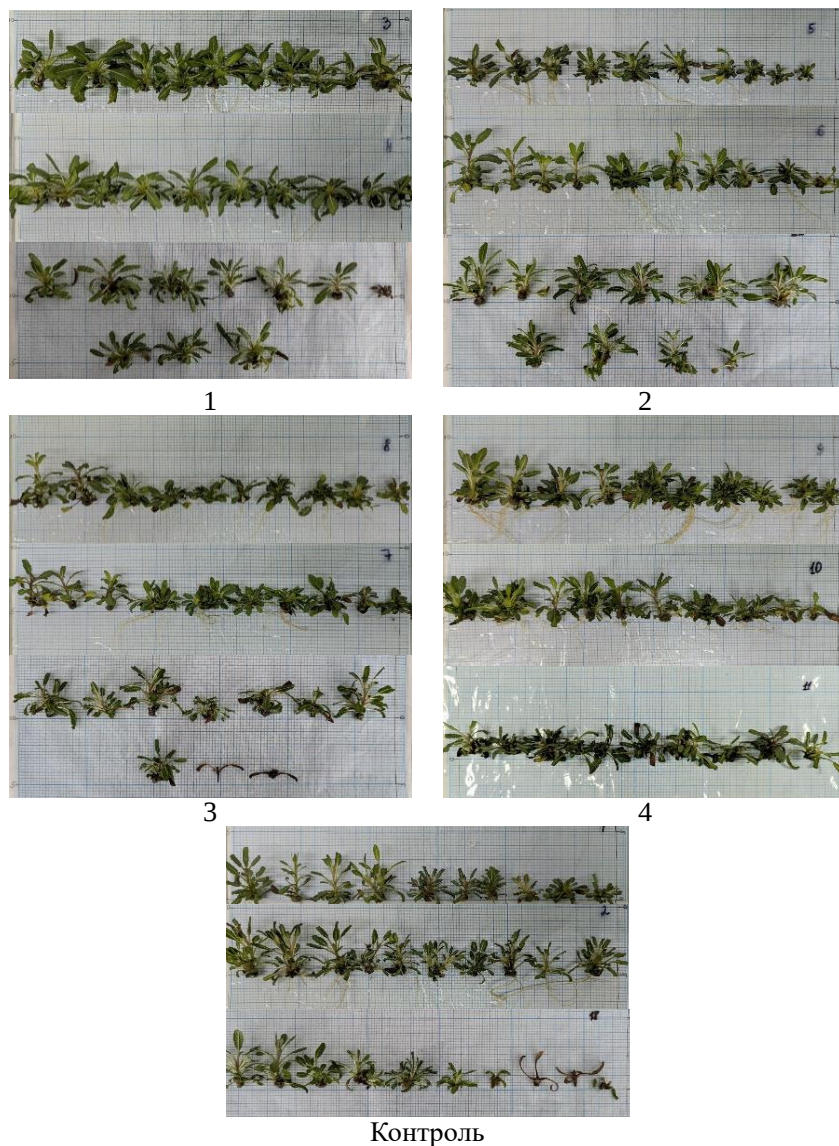


Рис. 1. Влияние различных спектров на рост и развитие растений шалфея дубравного в условиях *in vitro*: 1, 2, 3, 4 – режимы освещения в эксперименте

Таблица 2

Влияние светового излучения различного спектрального состава на морфометрические показатели растений *Salvia nemorosa* L. в условиях *in vitro*

Вариант освещения	Высота, см	Кол-во побегов, шт	Кол-во листьев, шт	% жизнеспособных
1	2,79±0,49	1,83±0,86	20,62±5,6	96,67
2	2,52±0,7	2,07±0,62	20,4±5,59	100
3	2,38±0,59	2,21±0,7	22,5±7,36	93,33
4	2,34±0,61	2,87±0,84	26,2±8,63	100
5 (контроль)	2,72±0,62	2±0,62	21,81±3,9	86,67

При первом варианте освещения высота растений достигала своего максимального значения и составляла $2,79 \pm 0,49$ см. В вариантах 3 и 4 этот показатель был минимальным и составлял $2,38 \pm 0,59$ и $2,34 \pm 0,61$ см соответственно. Наибольшее количество побегов было зафиксировано при использовании четвёртого варианта - $2,87 \pm 0,84$ шт. Наименьшее количество побегов наблюдалось при использовании режима освещения в первом варианте - $1,83 \pm 0,86$ шт. Максимальное количество листьев было получено при применении четвёртого варианта - $26,2 \pm 8,63$ шт., минимальное - при первом и втором вариантах - $20,62 \pm 5,6$ и $20,4 \pm 5,59$ шт. соответственно. Варианты 2 и 4 обеспечили 100% жизнеспособность растений, а контроль - 86,67%.

Закключение. Проведенное исследование выявило существенное влияние спектрального состава света на формирование морфометрических показателей *Salvia nemorosa* в условиях *in vitro*. Наибольшая высота микрорастений ($2,79 \pm 0,49$ см) наблюдалась при применении равномерного сочетания красного, синего и зелёного спектров (вариант 1: R:B:G=1:1:1), что свидетельствует об их синергетическом действии на их рост и развитие. Однако данный режим оказался неэффективным для стимуляции развития побегов, продемонстрировав в этом аспекте минимальное значение ($1,83 \pm 0,86$ шт.).

Преобладание красного спектра в сочетании с синим и зелёным (вариант 4: R:B:G=2:1:1) стимулировало максимальное образование побегов ($2,87 \pm 0,84$ шт.) и листьев ($26,2 \pm 8,63$ шт.), а также обеспечило 100% жизнеспособность растений. Это указывает на ключевую роль красного света в активации процессов морфогенеза у изученных растений *Salvia nemorosa*.

Помимо стимулирующих эффектов, исследование выявило ряд

негативных последствий, связанных с дисбалансом спектрального состава света. Применение варианта 3 (B:R:G = 2:1:1) с преобладанием синего спектра привело не только к формированию растений с минимальной из высотой ($2,38 \pm 0,59$ см), но и к снижению их жизнеспособности (93,33%) в сравнении с вариантами 2 и 4. Контрольная группа (вариант 5) показала снижение жизнеспособности растений до 86,67%, что подтверждает необходимость оптимизации спектральных параметров для повышения устойчивости культур.

Установлено, что оптимальные световые режимы, которые позволяют контролировать рост микрорастений шалфея дубравного, – это применение для выращивания равномерного спектра света (вариант 1: R:B:G=1:1:1), что стимулировало вертикальный рост. Преобладание красного света в спектре освещения растений (вариант 4: R:B:G=2:1:1) способствовало усилению побегообразования и листообразования у изученных растений *Salvia nemorosa*.

Список литературы

- Дудченко Л.Г., Козьяков А.С., Кривенко В. 1989. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К.М. Сытник. К.: Наукова думка. 304 с.
- Тохтарь В.К., Мартынова Н.Н., Шевченко И.В. 2017. Лекарственные растения, произрастающие в коллекции ботанического сада НИУ «БелГУ», их свойства и правила применения. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ». 124 с.
- Bahadori, M. B., Asghari, B. Dinparast, L., Zengin, B., Sarikurkcu, C., Abbas-Mohammadi, M., Bahadori, S. 2017. *Salvia nemorosa* L.: A novel source of bioactive agents with functional connections, LWT, V. 75. P. 42-50.
- Murashige T., Skoog F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures // *Physiologia Plantarum* V. 15, Issue 3. P. 473-497.
- Muratova S., Melekov I., Budagovskiy, A., Tokhtar L., Tokhtar V. 2020. The effect of low-intensity coherent radiation on the efficiency of rhizogenesis of the genus *Rubus* L. // *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. V. 21. P. 97-102.
- Zhou J., Li P., Wang J., Fu W. 2019. Growth, Photosynthesis, and Nutrient Uptake at Different Light Intensities and Temperatures in Lettuce // *HortScience horts*. V. 54(11). P. 1925-1933.

EFFECT OF LIGHT SPECTRAL COMPOSITION ON MORPHOMETRIC PARAMETERS OF *SALVIA NEMOROSA* UNDER *IN VITRO* CONDITIONS

V.A. Chernykh, L.A. Tokhtar, V.K. Tokhtar

Belgorod State National Research University, Belgorod

This study aims to identify optimal light regimes for regulating the growth and development of *Salvia nemorosa* (woodland sage) under *in vitro* conditions. To evaluate the influence of varying light spectra on morphometric parameters, five lighting treatments with distinct ratios of red, blue, and green light were tested. Comparisons of microplant height, shoot number, and leaf count revealed the most effective spectral composition for *S. nemorosa* cultivation.

Keywords: *Salvia nemorosa*, light spectra, in vitro cultivation, light optimization, essential oilseed crops.

Об авторах:

ЧЕРНЫХ Владислав Алексеевич – аспирант, НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ», ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Научно образовательный центр «Ботанический сад НИУ «БелГУ», 308015, Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: chernykh_v@bsuedu.ru.

ТОХТАРЬ Людмила Анатольевна – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией биотехнологии растений НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ», ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Научно образовательный центр «Ботанический сад НИУ «БелГУ», 308015, Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: ltokhtar@bsuedu.ru.

ТОХТАРЬ Валерий Константинович – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, директор НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ», ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Научно образовательный центр «Ботанический сад НИУ «БелГУ», 308015, Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: tokhtar@bsuedu.ru.

Черных В.А. Влияние света различного спектрального состава на морфометрические показатели шалфея дубравного в условиях *in vitro* / В.А. Черных, Л.А. Тохтарь, В.К. Тохтарь // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 99-105.

Дата поступления рукописи в редакцию: 06.01.25

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 58.006:502.75 (571.620)

DOI: 10.26456/vtbio402

НОВОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ РЕДКОГО ВИДА РАСТЕНИЯ – *GLYCYRRHIZA PALLIDIFLORA* (FABACEAE) НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ*

Т.Н. Моторыкина

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

В статье приводятся сведения о новом местонахождении редкого вида растения – солодки бледноцветковой (*Glycyrrhiza pallidiflora*) на территории Хабаровского края, которое расширяет представление об его ареале в регионе, а также данные о состоянии ценопопуляции этого вида. В месте произрастания *G. pallidiflora* представлена характеристика фитоценоза. Приводятся данные о численности особей в ценопопуляции солодки бледноцветковой, экологической плотности вида (шт./м²), плотности особей разных возрастных групп, морфометрические параметры особей для оценки состояния вида, а также тип ценопопуляции редкого растения и его жизненность. Приведены меры охраны *G. pallidiflora*, которые сводятся к включению этого редкого вида в Красную книгу Хабаровского края, необходимости организации памятника природы в районе с. Сарапульское. Этот пункт считается классическим местом нахождения солодки бледноцветковой, первичного сбора гербария, послужившего типом для научного описания этого вида в 1859 г. Карлом Ивановичем Максимовичем и контролю состояния ценопопуляции этого редкого вида растения.

Ключевые слова: *жизненность, Красная книга Хабаровского края, редкий вид растения, фитоценоз, ценопопуляция.*

Выявление, изучение и практическая охрана редких и исчезающих растений природной флоры России и ее отдельных регионов является важным звеном в комплексе мероприятий по охране растительного мира. С целью сохранения всего генофонда растений природной флоры, в первую очередь, необходимо не допустить исчезновения слагающих флору видов независимо от того, происходит

* 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).

ли это исчезновение в силу естественных причин или под влиянием человеческой деятельности. В целях нормального функционирования природных комплексов требуется сохранить все разнообразие растений, обеспечивающих накопление первичной биологической продукции (Харкевич, Качура, 1981).

В последнее время, усиливающееся антропогенное влияние на природную среду, в том числе строительство и эксплуатация хозяйственных объектов (горно-промышленных работ, линий электропередач, нефте- и газопроводов) наиболее ярко отражается в первую очередь на состоянии биологического разнообразия растительного покрова. Происходит существенная трансформация растительного покрова, что приводит к большим потерям, связанных с разрушением экотопов, уменьшается разнообразие растений, изменяется их видовой состав в фитоценозах, снижается численность ценопопуляций редких и исчезающих видов растений в растительных сообществах, вплоть до их полного исчезновения. В настоящее время утрата редких видов растений является частью общей проблемы снижения биоразнообразия биосферы (Нецветаев, 2000). В связи с этим, изучение состояния ценопопуляций видов с учетом организменных и популяционных параметров (Заугольнова и др., 1993; Заугольнова, 1994) считаем актуальным и своевременным.

В данном сообщении приводятся сведения о новом местонахождении редкого вида растения – солодки бледноцветковой (*Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.) на территории Хабаровского края, которое расширяет представление об его ареале в регионе, а также данные о состоянии ценопопуляции этого вида.

В месте произрастания *G. pallidiflora* заложена пробная площадь размером 10x10 м, на которой выполнялось описание растительного сообщества. Выявление флористического состава сосудистых растений каждого яруса, определение проективного покрытия видов в сообществе выполнялись по общепринятым методикам (Полевая..., 1960).

Онтогенетические состояния редкого вида выделены согласно методическим принципам и подходам в работах Т.А. Работнова (Работнов, 1950) и А.А. Уранова (Уранов, 1975).

Для оценки состояния ценопопуляции солодки бледноцветковой нами использован метод организменных и популяционных параметров вида, которым пользуются ряд исследователей (Смирнова, 1987; Денисова и др., 1989; Заугольнова, 1994; Асташенков, Черёмушкина, 2009; Санданов, 2010). В качестве организменных признаков нами выбраны: высота побега, число листьев, средняя длина и ширина листа каждой особи, число соцветий. В качестве популяционных признаков – численность особей в ценопопуляции, экологическая плотность (число

особей редкого вида на 1м²) и плотность особей разных возрастных групп (шт.).

Тип ценопопуляции *G. pallidiflora* определяли с помощью классификации по критерию абсолютного максимума онтогенетических групп растения (Жукова, 1967; Уранов, Смирнова, 1969) с учетом возрастных состояний вида (Ценопопуляции..., 1976; Борисова, Маракаев, 2015).

В качестве счетной единицы принималась отдельная особь. Особи *G. pallidiflora* генеративного периода автором не разделялись на онтогенетические состояния (молодое, зрелое и старое генеративное онтогенетическое состояние), а рассматривались, как генеративные.

Для оценки жизненности вида (жизненное состояние вида), которое показывает степень развитости или подавленности его в фитоценозе, использовалась модифицированная четырёхбальная шкала Браун-Бланке и Павийара, предложенная В.В. Алёхиным с соавторами (Алёхин и др., 1925) и В.Н. Сукачёвым (Сукачёв, 1964).

Названия видов растений приведены по The International Plant Name Index (IPNI. URL: <http://www.ipni.org>).

Glycyrrhiza pallidiflora Maxim. (солодка бледноцветковая) – сокращающийся в численности вид на северо-восточной границе ареала, включен в Красную книгу Хабаровского края (Антонова, Дулин, 2019).

Солодка бледноцветковая – крупное многолетнее травянистое растение с толстыми длинными корневищами, представитель семейства бобовых (Fabaceae). Стебель достигает до 1,5 м высотой, ветвистый. Листья сложные непарноперистые, черешки листьев короткие. Прилистники крыловидно-ланцетные, рано опадают. Стебель и листья покрыты мелкими точечными железками. Густые соцветия до 4 см длиной образуются на пазушных цветоносах. Венчик мотыльковый, бледно-фиолетовый. Бобы до 17 мм длиной густо усажены тонкими и длинными шипами, сучены в шаровидные головки. Цветение – июнь, плодоношение – июль (Харкевич, Качура, 1981; Павлова, 1989).

В Российской Федерации встречается только на Дальнем Востоке: в Приморском (оз. Ханка) и Хабаровском краях: Нанайский р-н – в окрестностях с. Сарапульское, откуда и был описан К.И. Максимовичем в 1859 г.; села Елабуга, Вятское, р. Биксур, оз. Синдинское; Ульчский р-н – с. Дуди и Хабаровский р-н – г. Хабаровск. Вне России – Северный и Северо-Восточный Китай (Антонова, Дулин, 2019). В г. Хабаровске известны три местонахождения солодки бледноцветковой: в 1991 году Л.А. Антоновой обнаружены небольшие заросли *G. pallidiflora* на железнодорожном полотне недалеко от автовокзала г. Хабаровска; в 1998 году были найдены мощные заросли,

протяженностью около 300 м вдоль дороги, ширина которых составляла от 4 до 10 м. Растения солодки здесь достигали высотой 1.8 м, обильно цвели и плодоносили. Третья находка солодки бледноцветковой в г. Хабаровске сделана А.Т. Терлецкой в январе 2000 года в замусоренном овраге недалеко от гостиницы, где долгое время проживали китайцы. Здесь отмечено 20 побегов солодки с плодами (Антонова, 2000).

Солодка бледноцветковая обитает на глинистых обнажениях, у подножия крутых склонов, по берегам рек и озер, на прибрежных галечниках, насыпях железных дорог. Расселяется из мест естественного произрастания по обочинам дорог, вдоль дорог образует заросли. Солодка хорошо перезимовывает и быстро разрастается (Антонова, 2000; Антонова, Дулин, 2019). Размножается солодка семенами и корневищами (Шлотгауэр, Мельникова, 1990).

Является ценнейшим растением, применяемое в медицине. Корни солодки используется для лечения простудных, желудочных заболеваний, является противовирусным и противоаллергическим препаратом, используется при некоторых гинекологических заболеваниях, т.к. содержит гормоноподобные вещества (Фруентов, 1987; Шлотгауэр, Мельникова, 1990).

В 2022 году, в ходе проведения полевых работ по изучению растительного покрова в окрестностях пос. Верхний Нерген нами обнаружено новое местонахождение редкого вида растения – *G. pallidiflora*, которое значительно удалено от известного ранее (с. Сарапульского) примерно на 230 км (рис. 1).

***Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim.** обнаружена нами в Нанайском муниципальном районе Хабаровского края, в правобережной части долины р. Амур, вблизи пос. Верхний Нерген, долина реки Болин в среднем течении на обочине дороги в составе разнотравно-злакового сообщества, 12 VII 2022, Крюкова М.В., Моторыкина Т.Н., Ткачук Г.С., Великий А.С. (рис. 2).

В растительном покрове разнотравно-злакового сообщества древесный ярус и подрост отсутствует. Кустарниковый ярус представлен двумя видами: *Rubus sachalinensis* var. *przewalskii* (Prokh.) L.T.Lu и *Sorbaria sorbifolia* var. *glandulifolia* J.H.Song et S.P.Hong, которые по площади распределены группами, реже – рассеянно, находились в хорошем состоянии.

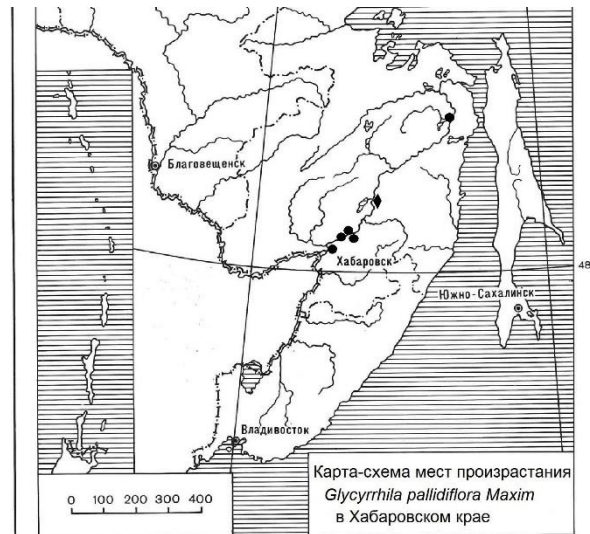


Рис. 1. Карта-схема мест произрастания *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim. в Хабаровском крае: ● - пункты местообитания, известные ранее; ◆ - пункт нового местонахождения



Рис. 2. Солодка бледноцветковая на обочине дороги в составе разнотравно-злакового сообщества

Общее проективное покрытие кустарникового яруса составляет <10 %. Травяно-кустарничковый ярус хорошо выражен, разнотравно-злаковый, общее проективное покрытие – 100%. Первый подъярус представлен *G. pallidiflora* с проективным покрытием 10%. Во втором подъярусе сосредоточена основная масса травостоя, где доминирующие позиции занимает *Poa pratense* L. (60%), *Artemisia*

integrifolia f. *sublata* G.Y.Zhang (15%), *Agrimonia striata* var. *campanulata* Fernald (10%), *Elytrigia repens* subsp. *caesia* (J.Presl et C.Presl) Tzvelev (10%). В третьем подъярусе отмечены: *Agrostis scabra* Willd. (15%), *Potentilla norvegica* subsp. *hirsuta* (Michx.) Hyl. (<10 %), *Equisetum arvense* subsp. *diffusum* (D.Don) Fraser-Jenk. (<10 %), *Achillea asiatica* var. *marginata* Kupr. (<10 %), *Geranium sibiricum* var. *multiflorum* Z.H.Lu (<10 %) и др. Четвертый подъярус представлен *Trifolium repens* subsp. *occidentale* (Coombe) V. Lainz (<10 %) и *Plantago major* var. *jehohlensis* (Koidz.) S.X.Li (<10 %). Травяной ярус полидоминантный, с общим проективным покрытием 100%.

В изучаемом фитоценозе *G. pallidiflora* во время проведения полевых работ отмечена автором в первом подъярусе в количестве 37 особей: 10 особей генеративных (рис. 3, 4), 27 особей – виргинильных (рис. 5, 6), при общем проективном покрытии 10 %.



Рис. 3, 4. Генеративные особи *Glycyrrhiza pallidiflora*

Экологическая плотность вида составляет 4 шт. на м². Характер распространения по площади – рассеянно-групповое. Высота генеративных побегов составляет от 100.0 см до 177.0 см, средняя высота – 124.2 см. Среднее соотношение длины и ширины листьев у генеративных побегов составляет 16.0х8.44 см. Количество густых соцветий от 1 до 7 штук. Высота вегетативных побегов составляет от 30.0 см до 98.0 см, средняя высота – 62.8 см. Среднее соотношение длины и ширины листьев у вегетативных побегов составляет 15.4х6.7 см.



Рис. 5, 6. Виргинильные особи *G. pallidiflora*

Измененные органы у солодки бледноцветковой (деформированные, продырявленные, изменившие окраску или покрытые чужеродным налетом) отсутствовали.

Исследованная ценопопуляция солодки бледноцветковой молодая нормальная (максимум приходится на виргинильные особи), неполночленная (отсутствуют особи сенильного периода), способная к самоподдержанию семенным и вегетативным путем.

Жизненность *G. pallidiflora* (жизненное состояние вида), которая отражает степень развитости или подавленности в фитоценозе оценивается как хорошая, взрослые особи достигают нормальных для данного вида размеров, растения находятся в стадии цветения и вегетации, те, которые цветут, вскоре будут плодоносить.

Произрастание солодки бледноцветковой на обочине дороги, видимо, связано с заносом семян этого растения вместе с грунтом берега Амура, который заселен *G. pallidiflora* при отсыпки дороги. Семена при благоприятных условиях проросли и со временем образовали ценопопуляцию.

По литературным данным Антоновой Л.А. и Дулина А.Ф. (2019) численность солодки очень низкая: в классическом местообитании в окрестностях с. Сарапульское насчитывается около 300 экземпляров и отдельные куртины вдоль дороги; известны небольшие заросли на подъездных железнодорожных путях к нефтеперерабатывающему заводу в Хабаровске, которые регулярно уничтожаются при очистке и

ремонте путей.

Естественными лимитирующими факторами для солодки бледноцветковой являются: положение вида на пределе своего ареала, представленного в крае единственной естественной популяцией, а также разрушение берегов Амура в результате русловых процессов и наводнений. В результате катастрофического наводнения на Амуре в 2013 г. большая часть популяции была уничтожена, но следующий год наблюдались массовые всходы на прибрежной полосе. Грунт высокого берега Амура, заселенного солодкой бледноцветковой, у с. Сарапульское используется для отсыпки дорог, здесь же ведется строительство жилых домов и баз отдыха, что может привести к уничтожению единственной крупной популяции солодки в крае. Сбор корневищ в лекарственных целях и рекреационные нагрузки также снижают численность популяций (Антонова, Дулин, 2019).

В связи с этим приведены меры охраны редкого растения *G. pallidiflora*, которые сводятся:

- этот редкий вид растения включен в Красную книгу Хабаровского края (2019);

Красная книга является мерой охраны редких и исчезающих представителей биологического разнообразия. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений – важная часть биологического разнообразия, которое составляет основу целостности экосистем не только Дальнего Востока, но и биосферы в целом.

- необходимость организации памятника природы в районе с. Сарапульское, так как этот пункт считается классическим местом нахождения солодки бледноцветковой, первичного сбора гербария, послужившего типом для научного описания этого вида в 1859 г. Карлом Ивановичем Максимовичем;

- контроль за состоянием ценопопуляции этого редкого вида растения.

Список литературы

- Алёхин В.В., Доктуровский В.С., Жадовский А.Е., Ильинский А.П. 1925. Фитосоциология (учение о растительных сообществах) и её последние успехи у нас и на западе // Методы геоботанических исследований. М.; Л. С. 7-75.
- Антонова Л.А. 2000. *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim. в г. Хабаровске // Растения муссонного климата: тезисы II-ой международной конференции «Растения в муссонном климате / ред. О.В. Храпко. Владивосток: Дальнаука. С. 5-6.
- Антонова Л.А., Дулин А.Ф. 2019. Солодка бледноцветковая – *Glycyrrhiza pallidiflora* Maxim. // Красная книга Хабаровского края: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений, грибов и животных: официальное издание / Министерство природных ресурсов Хабаровского края, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН. Воронеж. С. 75.

- Асташенков А.Ю., Черёмушкина В.А. 2009. Состояние ценопопуляций *Viplex multinerve* DC. в различных условиях Хакасии и Алтая // Растительный мир Азиатской России. № 1. С. 94-99.
- Борисова М.А., Маракаев О.А. 2015. Редкие виды растений: практика исследований в природе: учебно-методическое пособие. Ярославль. 64 с.
- Денисова Л.В., Заугольнова Л.Б., Никитина С.В. 1989. Состояние популяций рябчика русского в различных частях ареала в связи с проблемой его охраны // Популяционные исследования растений в заповедниках. М. С. 9-18.
- Жукова Л.А. 1967. Изменение возрастного состава популяций луговика дернистого на окских лугах при различной продолжительности выпаса // Биологические науки. № 7. С. 67-72.
- Заугольнова Л.Б. 1994. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб. 70 с.
- Заугольнова Л.Б., Денисова Л.В., Никитина С.В. 1993. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. Т. 98. Вып. 5. С. 100-108.
- Нецветаев А.Г. 2000. О сохранении биологического разнообразия России // Проблемы охраны среды и природных ресурсов. № 11. С. 25-38.
- Павлова Н.С. 1989. Солодка – *Glycyrrhiza* L. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 4. Ленинград. С. 280-282.
- Полевая геоботаника. 1960. М.; Л. Т. 2. 500 с.
- Работнов Т.А. 1950. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Геоботаника. Т. 6. М.; Л. С. 7-204.
- Санданов Д.В. 2010. Оценка состояния ценопопуляций восточноазиатских видов растений в различных частях ареала // Растительный мир Азиатской России. № 2. С. 80-87.
- Смирнова О.В. 1987. Структур травяного покрова широколиственных лесов. М. 206 с.
- Сукачёв В.Н. 1964. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли: соотношение понятий "биогеоценоз", "экосистема", "географический ландшафт" и "фация" // Основы лесной биогеоценологии. М. С. 5-49.
- Уранов А.А. 1975. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. №2. С. 7-34.
- Уранов А.А., Смирнова О.В. 1969. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. Т. 79. Вып. 1. С. 119-135.
- Ценопопуляции растений (Основные понятия и структура). 1976. М. 217 с.
- Фруентов Н.К. 1987. Лекарственные растения Дальнего Востока. Хабаровск. 352 с.
- Харкевич С.С., Качура Н.Н. 1981. Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. М. 183 с.
- Шлотгауэр С.Д., Мельникова А.Б. 1990. Они нуждаются в защите: редкие растения Хабаровского края. Хабаровск: кн. изд-во. 288 с.
- IPNI: The International Plant Name Index. 2024. (Accessed 01.10.2024).

NEW LOCALITY AND STATUS OF THE COENOPULATION OF A RARE PLANT SPECIES – *GLYCYRRHIZA PALLIDIFLORA* (FABACEAE) IN Khabarovsk Krai

T.N. Motorykina

Khabarovsk Federal Research Center, Far Eastern Branch of the Russian Academy
of Sciences (FEB RAS), Institute of Water and Environmental Problems, FEB
RAS, Khabarovsk

This article reports a newly discovered locality of the rare plant species *Glycyrrhiza pallidiflora* (pale-flowered licorice) in Khabarovsk Krai, Russia, expanding its known range in the region. Data on the status of the species' coenopopulation are also provided. The phytocoenosis at the growth site is characterized, including population density (ind./m²), age group distribution, morphometric parameters for assessing plant condition, coenopopulation type, and vitality. Conservation measures for *G. pallidiflora* are proposed, such as its inclusion in the Red Book of Khabarovsk Krai, the establishment of a natural monument near Sarapulskoye village (the type locality of the species), and ongoing monitoring of the coenopopulation. Sarapulskoye is historically significant as the site of the original herbarium collection by Karl Ivanovich Maximowicz, which served as the type specimen for the species' scientific description in 1859.

Keywords: vitality, Red Book of Khabarovsk Krai, rare plant species, phytocoenosis, coenopopulation.

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. Новое местонахождение и состояние ценопопуляции редкого вида растения – *Glycyrrhiza pallidiflora* (Fabaceae) на территории Хабаровского края / Т.Н. Моторыкина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 106-115.

Дата поступления рукописи в редакцию: 03.10.24
Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 582.29(470.23-25)

DOI: 10.26456/vtbio403

ЛИХЕНОБИОТА БАБОЛОВСКОГО ПАРКА (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)*

**И.С. Степанчикова^{1,2}, А.А. Родионова¹, Д.Е. Гимельбрант^{1,2},
Е.С. Кузнецова^{1,2}, А.С. Зуева²**

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

²Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

Изучение лишенобиоты Баболовского парка (Санкт-Петербург) было проведено осенью 2023 г. В ходе обследования выявлен 171 вид лишайников, восемь видов нелихенизированных сапротрофных грибов и шесть видов лишенофильных грибов. Из них пять видов являются новыми для Санкт-Петербурга [*Absconditella celata*, *Alyxoria culmigena*, *Arthopyrenia atomariella*, *Corticifraga fuckelii*, *Lecania subfuscata*].

Ключевые слова: Пушкинский район, Северо-Запад Европейской России, охраняемые виды.

Введение. Старые парки – местообитания, в городских условиях особенно интересные в плане изучения биоразнообразия. Это территории, где многие виды живых организмов могут существовать бок о бок с человеком, что особенно ценно в условиях столь крупного мегаполиса, как Санкт-Петербург. Кроме набора экологических ниш, близких к естественным, парки предоставляют еще одну, характерную преимущественно для них. Некоторые древесные породы, культивируемые в парках, зачастую не относятся к естественной флоре региона или ограничены в распространении и могут служить субстратом для специфических редко встречающихся видов лишайников. Изучение лишенобиоты парковых комплексов, в свою очередь, кроме дополнения списка видов города, играет значительную роль в защите исторически ценных ансамблей.

Баболовский парк – один из самых больших (площадь примерно 2.5 км²) парков города Пушкин, административно принадлежащего к Санкт-Петербургу. Парк пересекает р. Кузьминка, плотина на которой

* Работа И.С. Степанчиковой, Д.Е. Гимельбранта, Е.С. Кузнецовой и А.С. Зуевой выполнена в рамках действующего государственного задания БИН РАН по теме № 121021600184-6.

формирует пруд. Название свое парк, также как Баболовский дворец и Баболовская дорога, получил от близлежащей финской деревни Пабола (Семенова, 2009), приписанной к Сарской мызе (фин. Saari mois). Эта территория была подарена Петром I своей жене Екатерине Алексеевне в 1710 г. В 1725 г. участки, которые в будущем станут Баболовским парком, прилегали к императорскому парку Царского Села. Надо отметить, что эти земли использовали в основном в хозяйственных целях, через них проходили Баурский канал, Виттоловский и Таицкий водоводы, служащие для подведения воды в Царское Село. Ландшафтное освоение территории будущего Баболовского парка в те времена было минимальным. В 1783 г. императрицей Екатериной II было начато возведение каменного дворца – небольшого купального комплекса на берегу Баболовского озера. В 1830-е гг. территория к западу от императорского парка вошла в состав Баболовского парка, а земли к югу от р. Кузьминки составляли сенокосы и пашни крестьян из близлежащих деревень. Здесь работа над созданием парковых территорий велась постепенно. К 1860-м гг. относится завершение формирования облика парка. За 30 лет преобразования территории были осушены болота, проложены дороги для верховой езды, проведен граничный ров, посажены декоративные породы деревьев, такие как лиственницы, липы, дубы, клены. Во второй половине XIX – начале XX в. границы и планировка парка не претерпевали особых изменений, однако, парк очень сильно пострадал во время Великой Отечественной Войны, поэтому многие архитектурные сооружения не дошли до нас. В 1973 г. в парке были проведены реставрационные работы (Полетайкин, 2021). В 2014 г. Государственный музей-заповедник Царское Село взял под охрану Баболовский парк, а в 2017 г. государственное казенное учреждение «Дирекция особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга» включило Баболовский парк в Перечень участков территорий города, в отношении которых предполагается провести комплексные экологические обследования.

Баболовский парк охраняется преимущественно как объект культурного наследия (Паспорт..., 2015), что не умаляет значимости лихенологических исследований в его границах.

Территория парка имеет общий уклон местности с запада на восток, в западной части довольно холмиста, в северо-восточной – однообразна в ландшафтном плане вследствие антропогенной трансформации, но разнообразна в фитоценоотическом. Северный участок парка между дорогой на Александровку и Лесной ул. представлен открытым пространством с дубовыми аллеями и отдельными группами дубов (*Quercus robur* L.). Между дорогой на Александровку и Верховой дорогой есть участки ивовых зарослей (*Salix* spp.). В центре парка находится довольно обширный лесной

участок, ограниченный Ново-Баболовской и Верховой дорогами, растительность в котором представлена в основном ельниками с участием березы (*Betula* spp.: *B. pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh.) и сосны (*Pinus sylvestris* L.). По-видимому, этот участок меньше всего подвергался воздействию человека, поэтому наиболее старые ели (*Picea abies* (L.) Н. Karst) можно наблюдать именно здесь. Вдоль дорог в Баболовском парке можно встретить отдельные посадки лиственниц (*Larix* sp.) и сосен. Между сгущающейся дорожно-тропиночной сетью и петляющей рекой находятся массивы из серой ольхи (*Alnus incana* (L.) Moench), вязов (*Ulmus* spp.: *U. glabra* Huds., *U. laevis* Pall.) и осин (*Populus tremula* L.) с черемуховым (*Padus avium* Mill.) и рябиновым (*Sorbus aucuparia* L.) подлеском. К югу от р. Кузьминки парк приобретает более регулярный облик, становится больше открытых пространств, полей и аллей. Через реку проложены несколько мостов, в основном из гранита и бетона. Баурский канал, протянувшийся вдоль южной границы парка, оформлен четырехрядной аллеиной посадкой дубов, кленов (*Acer platanoides* L.), лип (*Tilia cordata* Mill.) и вязов (Полетайкин, 2021).

Специальных лихенологических исследований в Баболовском парке ранее не проводили. Известна лишь небольшая коллекция, собранная 12.08.2012 И.С. Степанчиковой. Всего с коры дубов и елей было собрано шесть видов лишайников: *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau, *Chaenotheca stemonea* (Ach.) Müll. Arg., *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg, *Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg, *Polycauliona candelaria* (L.) Frödén et al., *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. Кроме того, на смоле ели зарегистрирован один нелихенизированный гриб *Sarea difformis* (Fr.) Fr. Таким образом можно говорить о том, что лихенобиота Баболовского парка до начала наших исследований была изучена крайне слабо.

Материал и методы. Отбор образцов на территории парка проводили стандартным методом в пределах пробных площадей – участков 20 × 20 метров или в естественных границах сообщества. Здесь были изучены все субстраты, потенциально заселяемые лишайниками и родственными им грибами, составлен максимально полный список обнаруженных видов. В некоторых местах закладывали дополнительные пробные площади, где были отмечены лишь примечательные виды или видовой состав субстратов, представляющих особый интерес. Исследование проведено с 8 по 13 сентября 2023 г. Д.Е. Гимельбрантом, И.С. Степанчиковой, А.А. Родионовой и А.С. Зуевой. Всего было заложено 28 пробных площадей с полным описанием лихенобиоты и 12 дополнительных пробных площадей (рис. 1). Географические координаты даны в системе WGS 84.

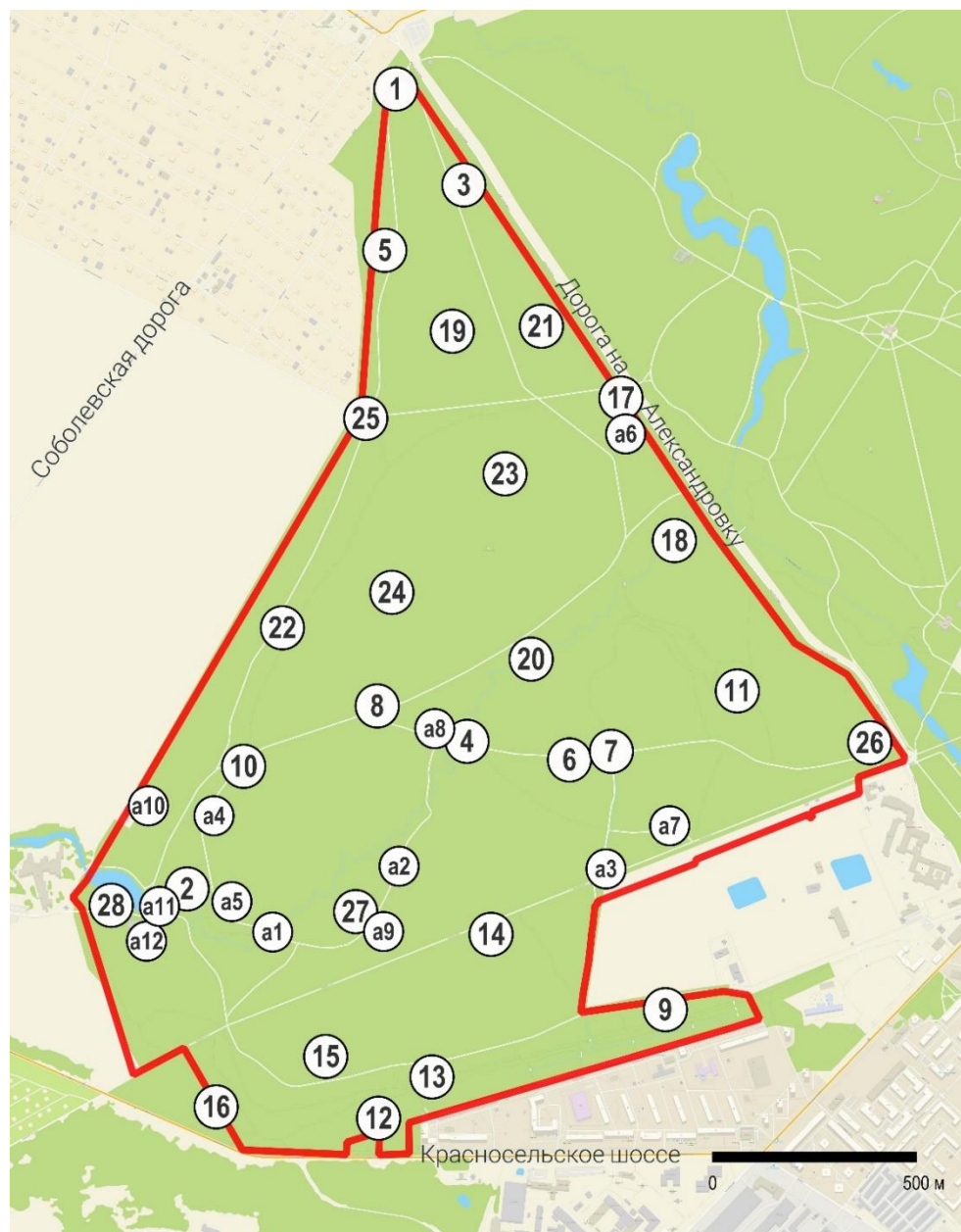


Рис. 1. Расположение основных и дополнительных пробных площадей (с номерами) на территории Баболовского парка.
Сплошной линией показана граница парка

При определении образцов лишайников использовали реакции содержащихся в талломах лишайниковых веществ со спиртовым раствором парафенилендиамина (Р), водными растворами гидроокиси калия (КОН) и гипохлорита кальция (CaCO_3), а также классические

методы приготовления срезов и световой микроскопии (стереомикроскоп Leica EZ4, микроскоп Olympus CHS); в ряде случаев для определения лишайниковых веществ использован метод тонкослойной хроматографии (Флора..., 2014). Репрезентативные образцы лишайников хранятся в гербарии кафедры ботаники Санкт-Петербургского университета (LECB) и в лишайнологическом гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE).

Список основных и дополнительных пробных площадей

Основные ПП: Санкт-Петербург, Пушкинский район, 1. — северная часть парка, между аллеей на Александровку и Лесной ул., группа средневозрастных дубов на разнотравном лугу, на коре дубов следы огня, 59°43'37.5" с. ш., 30°21'21.3" в. д., 09.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **2.** — юго-западная часть парка, к востоку от Баболовского пруда, липовая аллея, 59°42'34.1" с. ш., 30°20'48.5" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **3.** — северная часть парка, между аллеей на Александровку и Лесной ул., ивняк таволговый, 59°43'29.9" с. ш., 30°21'32.0" в. д., 09.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **4.** — центральная часть парка, к югу от р. Кузьминка, осинник с кленовым подростом и черемухой неморальнотравный, 59°42'45.8" с. ш., 30°21'32.5" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **5.** — северная часть парка, в начале ул. Беличья, группа средневозрастных дубов на поляне, 59°43'24.7" с. ш., 30°21'19.6" в. д., 09.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **6.** — центральная часть парка, к западу от ручья Черный, старая тенистая дубовая аллея, 59°42'44.3" с. ш., 30°21'48.6" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **7.** — центральная часть парка, мост на пересечении Продольной аллеи и ручья Черный, бетонные конструкции моста и бетонное кольцо, 59°42'45.0" с. ш., 30°21'55.2" в. д., 09.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **8.** — центральная часть парка, к северу от Ново-Баболовской дороги, группа из четырех дубов у дороги, 59°42'48.6" с. ш., 30°21'18.4" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **9.** — южная часть парка, к северу от Красносельского шоссе, участок со средневозрастными широколиственными деревьями, 59°42'24.5" с. ш., 30°22'03.7" в. д., 09.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **10.** — западная часть парка, к югу от Ново-Баболовской дороги, старая ивовая аллея, 59°42'43.8" с. ш., 30°20'57.4" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **11.** — восточная часть парка, к северу от Продольной аллеи, нарушенный разреженный березняк мохово-разнотравный на окраине большой поляны, 59°42'49.8" с. ш., 30°22'15.0" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С. **12.** — южная часть парка, к северу от Красносельского шоссе и к западу от д. 67, участок со средневозрастными широколиственными деревьями на

разнотравной поляне, 59°42'15.9" с. ш., 30°21'18.6" в. д., 10.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **13.** — южная часть парка, к северу от Красносельского шоссе и к северу от д. 63, аллея широколиственных деревьев разных возрастов, 59°42'19.2" с. ш., 30°21'27.0" в. д., 10.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **14.** — южная часть парка, к югу от Баболовского шоссе, средневозрастный осинник вейниковый в естественном контуре, 59°42'30.5" с. ш., 30°21'36.3" в. д., 10.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **15.** — южная часть парка, между Баболовским и Красносельским шоссе, средневозрастный затененный березняк с обильным кленовым подростом и свидой, 59°42'20.8" с. ш., 30°21'10.3" в. д., 10.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **16.** — юго-западная оконечность парка, между Баболовским и Красносельским шоссе, Баурский канал, старые широколиственные деревья и лиственницы вдоль канала, разнотравное сообщество с доминированием сныти, 59°42'16.8" с. ш., 30°20'53.1" в. д., 10.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **17.** — северо-восточная часть парка, напротив Слоновых Ворот у дороги на Александровку, группа средневозрастных деревьев по краю парковочной площадки, 59°43'13.0" с. ш., 30°21'56.7" в. д., 12.09.2023, Степанчикова И.С., Родионова А.А.; **18.** — восточная часть парка, между дорогой на Александровку и Ново-Баболовской дорогой, березово-еловый кислично-зеленомошный с разнотравьем лес с рябиной в подлеске, 59°43'01.7" с. ш., 30°22'05.1" в. д., 12.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Зуева А.С.; **19.** — северная часть парка, между Крайней и Верховой дорогами, березово-еловый сфагновый лес, 59°43'18.3" с. ш., 30°21'30.2" в. д., 12.09.2023, Степанчикова И.С., Родионова А.А.; **20.** — центральная часть парка, к югу от Ново-Баболовской дороги, на берегах р. Кузьминка, приручевой таволговый осинник с черемухой и свидой (*Swida alba* (L.) Opiz), 59°42'52.3" с. ш., 30°21'42.6" в. д., 12.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Зуева А.С.; **21.** — северная часть парка, между Верховой дорогой и дорогой на Александровку, осиново-елово-березовый кислично-зеленомошный лес, 59°43'18.7" с. ш., 30°21'44.2" в. д., 12.09.2023, Степанчикова И.С., Родионова А.А.; **22.** — западная часть парка, между Крайней и Верховой дорогами, большая злаковая поляна со старыми дубами, 59°42'54.8" с. ш., 30°21'03.5" в. д., 12.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Зуева А.С.; **23.** — северо-восточная часть парка, к западу от Ново-Баболовской дороги, ельник с березой чернично-зеленомошный с пятнами сфагнума и обильным рябиновым подростом, 59°43'07.0" с. ш., 30°21'38.5" в. д., 12.09.2023, Степанчикова И.С., Родионова А.А.; **24.** — центральная часть парка, между Ново-Баболовской и Верховой дорогами, ельник с осинкой чернично-зеленомошный, с рябиной в подлеске, 59°42'57.6" с. ш., 30°21'20.7" в. д., 12.09.2023, Гимельбрант

Д.Е., Зуева А.С.; **25.** — северо-западная граница парка, место пересечения Крайней и Старо-Красносельской дорог, большая злаковая поляна со старыми дубами и липами, 59°43'11.4" с. ш., 30°21'16.6" в. д., 12.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Зуева А.С.; **26.** — юго-восточная граница парка, между Баболовским шоссе и дорогой на Алексардровку, «дома призрения увечных воинов императрицы Александры Федоровны», три дома в современной бетонной обшивке, в окружении старых широколиственных деревьев, 59°42'45.7" с. ш., 30°22'35.8" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **27.** — южная часть парка, Продольная аллея, к северу от Баболовского шоссе, ивняк таволговый, 59°42'32.3" с. ш., 30°21'15.0" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **28.** — юго-западная часть парка, к югу от Баболовского пруда, сосновый древостой травяной, 59°42'32.8" с. ш., 30°20'36.6" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **Дополнительные ПП: Санкт-Петербург, Пушкинский район, а1** — юго-западная часть парка, к востоку от Баболовского пруда и к северу от р. Кузьминка, аллея из широколиственных пород, 59°42'30.0" с. ш., 30°21'00.2" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а2** — южная часть парка, к северу от Баболовского шоссе, два старых дуба, 59°42'35.2" с. ш., 30°21'20.1" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а3** — южная часть парка, северная сторона Баболовского шоссе, гранитный валун на перекрестке дорог, 59°42'35.0" с. ш., 30°21'52.6" в. д., 09.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Родионова А.А.; **а4** — западная часть парка, к югу от Ново-Баболовской дороги, группа старых ив, 59°42'39.2" с. ш., 30°20'51.0" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а5** — юго-западная часть парка, к востоку от Баболовского пруда, старая ива, 59°42'32.4" с. ш., 30°20'53.8" в. д., 09.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а6** — северо-восточная часть парка, к югу от Слоновых Ворот у дороги на Александровку, широколиственные деревья у аллеи, 59°43'10.8" с. ш., 30°21'55.7" в. д., 12.09.2023, Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а7** — южная часть парка, к северу от Баболовского шоссе, старый дубовый пенек у тропы, 59°42'38.4" с. ш., 30°22'02.6" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а8** — центральная часть парка, Продольная аллея, мост через р. Кузьминка, железные перила и бетонное основание моста, 59°42'46.1" с. ш., 30°21'29.2" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а9** — южная часть парка, Продольная аллея, к северу от Баболовского шоссе, группа серых ольх с таволгой и свидой на краю леса, 59°42'31.1" с. ш., 30°21'15.7" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **а10** — юго-западная граница парка, территория бывшей котельной, антропогенное местообитание (железобетонные конструкции, асфальт, древесина

построек), 59°42'40.0" с. ш., 30°20'39.8" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **a11** — юго-западная часть парка, Ново-Баболовская дорога, у р. Кузьминка, два старых клена на большой поляне у дороги, 59°42'32.0" с. ш., 30°20'46.7" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.; **a12** — юго-западная часть парка, памятник Юлику Чахурскому, гранитные валуны памятника, 59°42'30.6" с. ш., 30°20'39.5" в. д., 13.09.2023, Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Зуева А.С.

Аннотированный список видов. В приведенном ниже аннотированном алфавитном списке видов латинские названия таксонов указаны преимущественно в соответствии с недавними сводками по Скандинавии (Westberg et al., 2021), а также по лихенофильным грибам (Diederich et al., 2018; Lawrey, Diederich, 2018). Для каждого вида дан перечень субстратов, на которых он отмечен, список номеров пробных площадей, указана встречаемость. Знаком «#» отмечены лихенофильные грибы и грибоподобные организмы, знаком «+» — нелихенизированные сапротрофные грибы. Для видов, занесенных в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), а также индикаторных и специализированных видов биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009), сделаны соответствующие комментарии.

Встречаемость видов оценивали по следующим категориям: единично [R₁] — вид встречен на 1 основной или дополнительной ПП, редко [R] — на 2–5 основных ПП (или только на дополнительных ПП), эпизодически [O] — на 6–11 основных ПП, часто [F] — на 12–16 основных ПП, обычный вид [C] — на 17–22 основных ПП, очень обычный вид [VC] — на 23–28 основных ПП. Для видов, ранее известных с территории Баболовского парка по историческим материалам, сделаны соответствующие указания.

***Absconditella celata** Döbblers et Poelt — на разлагающейся древесине дубового пня; a7 [R₁].

Acarospora glaucocarpa (Ach.) Körb. — на бетоне; 7 [R₁].

A. moenium (Vain.) Räsänen — на бетоне; 7, a10 [R].

Agonimia allobata (Stizenb.) P. James — на коре дуба; 22 [R₁].

A. flabelliformis Halda et al. — на древесине березы; 19 [R₁].

***Alyxoria culmigena** (Libert) Ertz — на коре ивы, осины, рябины, ясеня; 10, 12, 19, 24 [R].

A. varia (Pers.) Ertz et Tehler — на коре клена, осины, ясеня; 2, 12, 20 [R].

Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins et Scheid. — на коре дуба, ивы, клена, липы, осины, сосны, ясеня; 1, 2, 4, 6, 9, 10, 13, 16, 17, 22, 25, 28, a2 [F].

Anisomeridium polypori (Ellis et Everh.) M. E. Barr — на коре березы, дуба, ели, липы, осины, рябины, ясеня, на древесине ели; 2, 8, 12–14, 19–21, 23, 24 [O].

Arthonia didyma Körb. — на коре осины; 24 [R₁].

A. dispersa (Schröd.) Nyl. — на коре рябины; 19 [R₁].

A. helvola (Nyl.) Nyl. — на коре березы, осины, на древесине березы; 15, 18, 19, 21, 23 [R]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — NT (4). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

A. radiata (Pers.) Ach. — на коре ольхи серой, черемухи; 20, а9 [R].

A. ruana A. Massal. — на коре ивы, рябины, черемухи, ясеня; 12, 16, 18–20, 24, 27 [O].

***Arthopyrenia atomariella** (Nyl.) Hulting — на коре ветвей ясеня; 13 [R₁].

Aspicilia cinerea (L.) Körb. — на граните; а12 [R₁].

Athallia holocarpa (Hoffm.) Arup et al. — на бетоне и граните; 7, 26, а3 [R].

A. pyracea (Ach.) Arup et al. — на коре липы, осины, ясеня; 4, 9, 13, 14, 16 [R].

#Athelia arachnoidea (Berk.) Jülich — на колониях эпифитных водорослей и талломах накипных лишайников на коре различных пород деревьев; 1, 15, 22 [R].

Bacidia arceutina (Ach.) Arnold — на коре осины; 24 [R₁].

B. rubella (Hoffm.) A. Massal. — на коре ивы, клена, ясеня; 2, 10, 13, а4, а5, а11 [R]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — NT (4). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

Biatora efflorescens (Hedl.) Räsänen — на коре березы, липы, осины, черемухи, на мхах; 12–16, 18, 20, 24, 25 [O].

B. globulosa (Flörke) Fr. — на коре дуба; 22 [R₁].

B. helvola Körb. ex Hellb. — на коре осины; 21 [R₁].

B. sphaeroidiza (Vain.) Printzen et Holien — на коре ивы, рябины; 3, 18 [R].

Bilimbia sabuletorum (Schreb.) Arnold — на мхах на бетоне конструкций моста; а8 [R₁].

Bryostigma muscigenum (Th. Fr.) Frisch et G. Thor — на корневом вывороте березы; 23 [R₁].

Buellia disciformis (Fr.) Mudd — на коре ивы, ольхи серой, осины; 14, 27, а9 [R].

B. erubescens Arnold — на коре ольхи серой; а9 [R₁].

B. griseovirens (Turner et Borrer ex Sm.) Almb. — на коре березы, дуба, ивы, клена, липы, ольхи серой, сосны, ясеня; 3, 8, 9, 11–13, 15, 16, 18, 22, 25, 27, 28, a9 [F].

Calicium glaucellum Ach. — на коре дуба; 8 [R₁].

C. viride Pers. — на коре дуба, ивы, липы; 2, 5, 6, 8, 10, 13, 17, 22, 25, a1, a2, a4–a6 [O]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — NT (4).

Calogaya decipiens (Arnold) Arup et al. — на бетоне; 26, a10 [R].

Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr. — на коре осины, ясеня; 4, 9, 13 [R].

C. chlorina (Flot.) H. Olivier — на бетоне и граните; 7, 26, a8 [R].

C. obscurella (J. Lahm ex Körb.) Th. Fr. — на коре ивы; 10 [R₁].

Candelaria pacifica M. Westb. et Arup — на коре дуба; 9 [R₁]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — VU (3).

Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr. — на коре ивы, на бетоне и граните; 7, 26, 27, a3, a10 [R].

C. efflorescens R. C. Harris et W. R. Buck — на коре березы, дуба, ивы, клена, липы, осины, рябины, черемухи, ясеня; 4–6, 9–11, 13, 14, 16, 20, 25, 27 [F].

C. reflexa (Nyl.) Lettau — на коре дуба, ясеня; 9 [R₁].

C. vitellina (Hoffm.) Müll. Arg. — на коре вяза, дуба, ивы, липы, осины, ясеня, на граните; 1–4, 9, 12, 16, a3, a12 [O].

C. xanthostigma (Ach.) Lettau — на коре дуба, клена, липы, ясеня, на граните; 2, 5, 9, 12, 13, a3 [R].

Catillaria nigroclavata (Nyl.) Schuler — на коре вяза, ивы, ольхи серой; 12, 27, a9 [R].

Chaenotheca brachypoda (Ach.) Tibell — на коре дуба, ивы, на древесине березы; 23, a1, a5 [R]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — NT (4). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

C. chlorella (Ach.) Müll. Arg. — на коре дуба; a1 [R₁]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — EN (2). Специализированный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

C. ferruginea (Turner ex Sm.) Mig. — на коре березы, дуба, ели, ивы, липы, лиственницы; 1, 2, 5, 6, 8, 10, 15–19, 21–25, a2 [F].

C. furfuracea (L.) Tibell — на коре дуба; a6 [R₁].

C. hispidula (Ach.) Zahlbr. — на коре дуба, ивы, на древесине березы; 6, 15, 22, a1, a2, a4, a6, a7 [R]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — VU (3).

Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

C. stemonea (Ach.) Müll. Arg. — на коре березы и ели; 18, 19 [R]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — VU (3). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

C. trichialis (Ach.) Th. Fr. — на коре дуба, ели, ивы, липы, на древесине березы и дуба, на смоле ели; 2, 6, 8–12, 15–18, 21, 22, 24, 25, a1, a5 [F].

+Chaenothecopsis pusilla (Ach.) A. F. W. Schmidt — на корневых выворотах березы; 23 [R₁].

Chrysothrix candelaris (L.) J. R. Laundon — на коре старой ивы; 10 [R₁].

Cladonia botrytes (K. G. Hagen) Willd. — на древесине дуба и на обработанной древесине; a7, a10 [R].

C. caespiticia (Pers.) Flörke — на коре ели; 23 [R₁].

C. cenotea (Ach.) Schaer. — на коре березы, ели; 11, 19 [R].

C. chlorophaea (Flörke ex Sommerf.) Spreng. — на коре березы, дуба, ели, ивы, липы, осины, ясеня, на древесине дуба; 1, 2, 8, 10–20, 22–25 [C]. Талломы содержат фумарпроптероцеттаровую кислоту.

C. coniocraea (Flörke) Spreng. — на коре березы, дуба, ели, липы, осины, на древесине дуба и ели; 2, 8, 11–25, a7 [F].

C. cornuta (L.) Hoffm. subsp. **cornuta** — на древесине ели; 19 [R₁].

C. digitata (L.) Hoffm. — на коре ели; 24 [R₁].

C. fimbriata (L.) Fr. — на коре березы, ели, клена, липы, на древесине дуба и на обработанной древесине; 2, 11, 13, 15, 16, 22, 23, a10 [O].

C. macilenta Hoffm. — на древесине дуба; a7 [R₁].

C. rangiferina (L.) F. H. Wigg. — на древесине дуба; a7 [R₁].

#Clypeococcum hypocenomyces D. Hawksw. — на талломах *Нуросеномусе scalaris* на коре и древесине дуба, сосны, березы и лиственницы; 1, 9, 16, 17, 19, 28, a7 [O].

Coenogonium pineti (Ach.) Lücking et Lumbsch — на коре березы, ели, осины, черники, на древесине ели, на корневых выворотах; 18, 19, 21, 23, 24 [R].

****Corticifraga fuckelii** (Rehm) D. Hawksw. et R. Sant. — на талломе *Peltigera didactyla* на первичной почве на асфальте; a10 [R₁].

Diarthonis spadicea (Leight.) Frisch et al. — на коре березы, ели, осины; 21 [R₁]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — VU (3). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

Evernia prunastri (L.) Ach. — на коре березы, дуба, ивы, липы, черемухи; 1–3, 6, 10, 17, 18, 20 [O].

Flavoplaca citrina (Hoffm.) Arup et al. — на бетоне; 26 [R₁].

F. flavocitrina (Nyl.) Arup et al. — на бетоне; 7, 26, a10 [R].

Fuscidea pusilla Tønsberg — на коре березы, дуба, осины, сосны, на древесине ели; 11, 14, 15, 17–19, 21–25, 28 [F].

Graphis scripta (L.) Ach. — на коре ивы, ольхи серой, рябины, черемухи; 19, 20, 27, a9 [R].

#Heterocephalacria physciacearum (Diederich) Millanes et Wedin — на талломах *Physcia tenella* на коре ивы и черемухи; 20, 27 [R].

Hypocenomyce scalaris (Ach.) M. Choisy — на коре березы, дуба, ели, ивы, липы, лиственницы, сосны, на древесине дуба; 1, 2, 5, 6, 8–12, 15–19, 22–24, 28, a2, a7 [C].

Hypogymnia farinacea Zopf — на коре сосны; 28 [R₁].

H. physodes (L.) Nyl. — на коре березы, дуба, ели, ивы, клена, липы, лиственницы, ольхи серой, осины, рябины, сосны; 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11–13, 16–25, 27, 28, a9 [C].

H. tubulosa (Schaer.) Hav. — на коре дуба, сосны, ясеня; 2, 5, 8, 17, 22, 28 [O].

#Illosporiosis christiansenii (B. L. Brady et D. Hawksw.) D. Hawksw. — на талломах видов рода *Physcia* на коре ясеня, липы и дуба; 2, 5, 6, 16 [R].

Imshaugia aleurites (Ach.) S. L. F. Meyer — на коре сосны; 28 [R₁].

Lecania cyrtella (Ach.) Th. Fr. — на коре дуба, ивы, клена, осины, рябины, черемухи, ясеня; 2–4, 6, 9, 10, 13, 18–20, 27 [O].

L. cyrtellina (Nyl.) Sandst. — на коре ивы, рябины; 18, 27 [R].

L. naegelii (Hepp) Diederich et van den Boom — на коре вяза, дуба, ивы, клена, осины, рябины, ясеня; 1–4, 8–10, 12, 13, 18, 19, 21, 27 [F].

L. olivacella (Nyl.) Zahlbr. — на железных перилах моста через р. Кузьминка; a8 [R₁].

***L. subfuscula** (Nyl.) S. Ekman — на большом гранитном валуне у дорожки; a3 [R₁].

Lecanora aitema (Ach.) Hepp — на коре дуба, ивы, сосны, черемухи; 3, 9, 20, 28 [R].

L. albellula (Nyl.) Th. Fr. — на коре дуба; 2 [R₁].

L. allophana Nyl. — на коре осины; 4, 14, 20 [R].

L. argentata (Ach.) Malme — на коре дуба, липы, ясеня; 2, 8, 9, 13, 22, 25 [O].

L. carpinea (L.) Vain. — на коре березы, вяза, дуба, ивы, клена, липы, осины, рябины, черемухи, ясеня; 1–6, 8, 9, 11–13, 16–20, 25, 27 [C].

L. chlarotera Nyl. — на коре вяза, дуба, ивы, клена, ольхи серой, осины, черемухи; 3, 6, 8, 12, 13, 16, 20, 22, 25, 27, а9 [O].

L. expallens Ach. — на коре дуба, ивы, клена, липы, ясеня; 1, 2, 5, 6, 8, 10, 13, 16, 17, 22, 25 [O]. Талломы содержат усниновую и тиофановую кислоты, зеорин, артоотелин, а также expallens unknown.

L. hypoptella (Nyl.) Grummann — на коре сосны, на древесине ели; 23, 28 [R].

L. pulicaris (Pers.) Ach. — на коре березы, дуба, ивы, клена, лиственницы, ольхи серой, рябины, сосны, на древесине ели; 1, 2, 11, 12, 15–19, 23, 27, 28, а9 [F].

L. saligna (Schrader) Zahlbr. — на коре сосны; 28 [R₁].

L. symmicta (Ach.) Ach. — на коре березы, вяза, дуба, ивы, клена, липы, лиственницы, ольхи серой, осины, рябины, сосны, черемухи, ясеня, на древесине дуба; 1–3, 5, 6, 8, 9, 11–13, 15–18, 20, 22, 25, 27, 28, а7, а9 [C].

L. umbrina (Ach.) A. Massal. — на коре березы, дуба, ивы, клена, липы, осины, рябины, черемухи, ясеня, на граните и железе; 1–5, 7, 9–11, 13, 16, 18, 20, 22, 25, 27, а3, а8 [F].

L. varia (Hoffm.) Ach. — на коре дуба; 1, 9 [R].

Lecidea nylanderi (Anzi) Th. Fr. — на коре сосны, на древесине дуба; 28, а7 [R].

Lecidella elaeochroma (Ach.) M. Choisy — на коре дуба, ивы, липы, осины, ясеня; 1, 3, 4, 12–14, 20, 21 [O].

L. euphorea (Flörke) Hertel — на коре осины; 4 [R₁].

L. flavosorediata (Vězda) Hertel et Leuckert — на коре ясеня; 13 [R₁]. Таллом содержит артоотелин и другие ксантоны.

L. stigmatia (Ach.) Hertel et Leuckert — на бетоне; 7, а10 [R].

Lepra albescens (Huds.) Hafellner var. **albescens** — на коре дуба; 6 [R₁].

L. amara (Ach.) Hafellner — на коре дуба, липы, ясеня; 5, 13, 16, 22, 25 [R].

Lepraria elobata Tønsberg — на коре березы, ели, осины, рябины, черемухи; 12, 15, 18–21, 23, 24 [O].

L. finkii (B. de Lesd.) R. C. Harris — на коре березы, липы, осины, на мхах, на бетоне; 2, 15, 20, 26 [R].

L. incana (L.) Ach. — на коре березы, дуба, ели, ивы, клена, липы, лиственницы, осины, черемухи, ясеня, на древесине березы; 1, 2, 5, 6, 8–13, 15–25 [C].

L. jackii Tønsberg — на коре березы, на древесине ели; 19 [R₁]. Таллом содержит атранорин рокцелловую/ангардиановую и джакиевую/рангиформовую кислоты.

Leptorhaphis atomaria (Ach.) Szatala — на коре осины; 4, 14, 20, 24 [R].

+**L. epidermidis** (Ach.) Th. Fr. — на коре березы; 9, 11, 12, 15, 18 [R].

Melanelixia glabratula (Lamy) Sandler et Arup — на коре березы, дуба, ивы, клена, липы, ольхи серой, рябины, черемухи, ясеня; 2, 6, 9, 11–13, 16–18, 20, 25, 27, а9 [F].

M. subargentifera (Nyl.) O. Blanco et al. — на коре ивы; 10, 27 [R]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — EN (2). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

M. subaurifera (Nyl.) O. Blanco et al. — на коре березы, вяза, дуба, ели, ивы, клена, ольхи серой, сосны, черемухи, ясеня, на граните; 2, 3, 5, 6, 9, 11, 12, 15, 18, 20, 22, 28, а3, а9 [F].

Melanohalea exasperata (De Not.) O. Blanco et al. — на коре дуба и клена; 2, 22 [R].

M. exasperatula (Nyl.) O. Blanco et al. — на коре березы, дуба, ели, ивы, клена, липы, лиственницы, осины, рябины, сосны, черемухи, ясеня, на граните; 1–6, 8, 9, 13, 16–18, 20, 23, 25, 27, 28, а12 [F].

M. olivacea (L.) O. Blanco et al. — на коре березы, дуба, клена, липы; 2, 17, 18, 25 [R].

Micarea melaena (Nyl.) Hedl. — на древесине дуба; а7 [R₁].

Micarea microareolata Launis et al. — на коре березы; 21 [R₁].

M. prasina Fr. s. str. — на коре ели, на древесине дубового пня; 24, а7 [R].

+**Mycocalicium subtile** (Pers.) Szatala — на древесине ивы; 10 [R₁].

Myriolecis crenulata (Hook.) Śliwa et al. — на бетоне; 7, а10 [R].

M. dispersa (Pers.) Śliwa et al. — на бетоне; 7, 26, а10 [R].

M. hagenii (Ach.) Śliwa et al. — на коре ивы, клена, липы, осины, черемухи; 2, 4, 13, 20, 27 [R].

M. semipallida (H. Magn.) Śliwa et al. — на бетоне; 7, 26, а10 [R].

Naetrocymbe punctiformis (Pers.) R. C. Harris — на коре дуба, клена; 2, 8 [R].

+**Naevia punctiformis** (Ach.) A. Massal. — на коре березы, дуба; 5, 18 [R].

Pachyphiale fagicola (Hepp) Zwackh — на коре ивы; 10, 27 [R].

Parmelia sulcata Taylor — на коре березы, дуба, ели, ивы, клена, липы, лиственницы, ольхи серой, осины, рябины, сосны, черемухи, ясеня; 1–6, 8–13, 16–18, 20, 22, 24, 25, 27, 28, а9 [C].

Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl. — на коре березы, дуба, ивы, сосны, на древесине дуба; 1, 2, 5, 6, 9, 11, 17, 19, 22, 23, 27, 28, а7 [F].

Peltigera canina (L.) Willd. — на коре осины, черемухи, на мхах, на старом асфальте; 20, а8, а10 [R].

P. didactyla (With.) J. R. Laundon — на первичной почве; a10 [R₁].

P. extenuata (Nyl. ex Vain.) Lojka — на мхах, на старом асфальте; a6, a10 [R].

P. neopolydactyla (Gyeln.) Gyeln. — на мхах; 27 [R₁].

P. polydactylon (Neck.) Hoffm. — на древесине ели, на старом асфальте; 19, a10 [R].

P. praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf — на коре липы, черемухи, на мхах, на старом асфальте; 6, 17, 20, a10 [R].

P. rufescens (Weiss) Humb. — на мхах, на старом асфальте; a6, a8, a10 [R].

+Peridiothelia fuliguncta (Norman) D. Hawksw. — на коре ивы, липы, осины; 2, 4, 10, 20 [R].

Pertusaria coccodes (Ach.) Nyl. — на коре липы; 16 [R₁]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — EN (2). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

Phaeophyscia nigricans (Flörke) Moberg — на коре липы, черемухи, ясеня, на бетоне и граните; 7, 9, 16, 20, 26, a3 [R].

P. orbicularis (Neck.) Moberg — на коре вяза, ивы, ясеня, на мхах, на бетоне и граните; 2, 7, 9, 10, 12, 26, 27, a3, a8, a10 [O].

P. sciastra (Ach.) Moberg — на бетоне; 7 [R₁].

Phlyctis argena (Spreng.) Flot. — на коре березы, дуба, ивы, клена, липы, ольхи серой, осины, рябины, черемухи, ясеня, на мхах, на граните; 1–3, 5–7, 9, 10, 12–18, 20–22, 24, 25, 27, a8, a9 [C].

Physcia adscendens H. Olivier — на коре дуба, ивы, липы, осины, рябины, черемухи, ясеня, на граните; 1–6, 9, 13, 16, 20, 25, 27, a3 [F].

P. aipolia (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr. — на коре дуба, ивы, клена, липы, осины, сосны, ясеня; 1, 2, 4–6, 8, 9, 13, 16, 20, 25, 27, 28 [F].

P. alnophila (Vain.) Loht. et al. — на коре дуба, ивы, липы, черемухи, ясеня; 1, 3, 13, 16, 20, 25 [O].

P. caesia (Hoffm.) Fűrnr. — на бетоне; 7 [R₁].

P. dubia (Hoffm.) Lettau — на коре березы, дуба, сосны, на граните и железе; 2, 9, 28, a8, a12 [R].

P. stellaris (L.) Nyl. — на коре дуба, ивы, осины, ясеня; 1–5, 8, 9, 13, 22, 25, 27 [O].

P. tenella (Scop.) DC. — на коре березы, дуба, ели, ивы, клена, липы, лиственницы, осины, рябины, сосны, черемухи, ясеня, на бетоне, железе и граните; 1–9, 13, 16–20, 23, 25, 27, 28, a3, a8, a12 [C].

Physconia detersa (Nyl.) Poelt — на коре дуба, ивы, клена, липы, ясеня; 2, 9, 10, 13, 16, 17, 27 [O].

P. distorta (With.) J. R. Laundon — на коре липы; 16 [R₁].

P. enteroxantha (Nyl.) Poelt — на коре дуба, ивы, клена, липы, рябины, черемухи, ясеня; 2, 6, 9, 10, 13, 16, 17, 20, 27 [O].

Placynthiella dasaea (Stirt.) Tønsberg — на коре березы, на древесине дуба и ели; 11, 16, 19, 22, 23, a7 [R].

P. icmalea (Ach.) Coppins et P. James — на коре ели, на древесине дуба и ели, на корневых выворотах; 2, 16, 19, 23 [R].

Polycauliona candelaria (L.) Frödén et al. — на коре березы, дуба, на бетоне; 9, 25, 26 [R].

P. polycarpa (Hoffm.) Frödén et al. — на коре березы, вяза, дуба, ивы, клена, липы, лиственницы, осины, сосны, ясеня, на бетоне и граните; 1–9, 11–13, 16–18, 22, 25, 28, a12 [C].

Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf — на коре рябины; 16 [R₁].

Pseudosagedia aenea (Wallr.) Hafellner et Kalb. — на гладкой коре рябины; 23 [R₁].

Pseudoschismatomma rufescens (Pers.) Ertz et Tehler — на коре ивы, клена, осины, рябины, черемухи, ясеня; 2, 4, 10, 13, 14, 18, 20 [O].

Psilolechia clavulifera (Nyl.) Coppins — на корневых выворотах березы; 23 [R₁].

Psoroglaena dictyospora (Orange) H. Harada — на коре березы; 19 [R₁].

Pycnora praestabilis (Nyl.) Hafellner — на коре сосны; 28 [R₁].

P. sorophora (Vain.) Hafellner — на коре липы и сосны; 17, 28 [R].

Ramalina baltica Lettau — на коре клена и липы; 25, a11 [R].
Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — EN (2). Специализированный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

R. farinacea (L.) Ach. — на коре дуба, ивы, клена, липы, черемухи, ясеня; 1–3, 5, 6, 9, 10, 13, 16, 17, 20, 22, 25, 27, a11 [F].

R. pollinaria (Westr.) Ach. — на коре клена, липы, ясеня; 2, 13, 25, a11 [R].

Rinodina exigua (Ach.) Gray — на коре липы; 2 [R₁].

R. pyrina (Ach.) Arnold — на коре дуба, липы, ясеня; 1, 2, 9, 13, 25 [R].

R. septentrionalis Malme — на коре ивы; 3, 27 [R].

Ropalospora viridis (Tønsberg) Tønsberg — на коре березы, дуба, ивы, липы, ольхи серой, осины, рябины, черемухи; 12, 13, 16, 20, 27, a9 [R].

Sarcogyne regularis Körb. — на бетоне; 7, a10 [R].

+**Sarea difformis** (Fr.) Fr. — на смоле ели, сосны и лиственницы; 16, 18, 28 [R].

+**S. resinae** (Fr.) Kuntze — на смоле ели; 23, 24 [R].

Scoliciosporum chlorococcum (Graewe ex Stenh.) Vězda — на коре дуба, липы, рябины, ясеня; 1, 2, 13, 18, 25 [R].

S. sarothamni (Vain.) Vězda — на коре березы, вяза, дуба, ели, ивы, клена, липы, лиственницы, ольхи серой, рябины, сосны, черемухи, ясеня; 1–3, 5, 6, 8, 9, 11–13, 15, 17, 18, 20, 22, 25, 27, 28, а9 [C].

S. umbrinum (Ach.) Arnold — на железе; а8 [R₁].

Scytinium teretiusculum (Wallr.) Otálora et al. — на коре ясеня; 2 [R₁]. Занесен в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018), категория статуса редкости — CR (1). Индикаторный вид биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской России (Конечная и др., 2009).

+**Stenocybe pullatula** (Ach.) Stein — на коре ольхи серой; а9 [R₁].

Strangospora moriformis (Ach.) Stein — на коре дуба; 22 [R₁].

Toniniopsis separabilis (Nyl.) Gerasimova et A. Beck — на коре ивы, клена, липы, осины, черемухи, ясеня, на мхах; 2, 9, 10, 12–14, 17, 20, 21, 25, 27 [O].

Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins et P. James — на коре дуба и сосны, на древесине дуба и на обработанной древесине; 5, 28, а7, а10 [R].

#**Tremella lichenicola** Diederich — на таллеме *Violella fucata* на коре березы; 23 [R₁].

Tuckermannopsis chlorophylla (Willd. ex Humb.) Hale — на коре дуба; 6, 9 [R].

Violella fucata (Stirt.) T. Sprib. — на коре березы, дуба, ивы, осины, сосны, черемухи, на древесине ели; 1, 9, 11, 13, 17–23, 27, 28 [F].

Vulpicida pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson et M. J. Lai — на коре березы, дуба, сосны; 9, 11, 22, 28 [R].

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. — на коре дуба, ивы, клена, липы, лиственницы, осины, рябины, черемухи, ясеня, на древесине дуба, на бетоне и граните; 1–9, 13, 14, 16, 17, 20, 22, 25–27, а3 [C].

Обсуждение. Выявленная часть лишенобиоты Баболовского парка включает 185 видов, в том числе 171 вид лишайников, восемь видов нелихенизированных сапротрофных грибов и шесть видов лишенофильных грибов.

Большинство обнаруженных видов встречается в парке редко [R] (133 вида, 71.9% лишенобиоты), из них 60 видов (32.4%) отмечено единично [R₁]. К эпизодически встречающимся [O] относится 22 вида (11.9%), к часто встречающимся [F] — 18 видов (9.7%), к обычным [C] — 12 видов (6.5%): *Cladonia chlorophaea*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora carpinea*, *L. symmicta*, *Lepraria incana*,

Parmelia sulcata, *Phlyctis argena*, *Physcia tenella*, *Polycauliona polycarpa*, *Scoliciosporum sarothamni*, *Xanthoria parietina*. Виды с повсеместной встречаемостью [VC] не обнаружены.

Большинство лишайников парка относится к эпифитам — 142 вида (76.8% лишенобиоты). Наиболее гостеприимными форофитами оказались дуб (72 вида, 38.9%), ива (62 вида, 33.5%), липа (55 видов, 29.7%), ясень (50 видов, 27.0%), осина (49 видов, 26.5%) и береза (45 видов, 24.3%). Средним разнообразием лишайников характеризуются клен (38 видов, 20.5%), черемуха (34 вида, 18.4%), рябина (30 видов, 16.2%), сосна (28 видов, 15.1%), ель (23 вида, 12.4%) и серая ольха (17 видов, 9.2%). Кроме того, 12 видов (6.5% лишенобиоты) отмечено на коре лиственницы, 10 видов (5.4%) — на коре вяза и один вид — на веточках черники. Следующей после эпифитов по числу видов лишайников является эколого-субстратная группа эпилитов: на каменистых субстратах отмечено 37 видов (20.0% лишенобиоты). Из них 22 вида обнаружено на бетоне (11.9%), 18 видов — на граните (9.7%) и 5 видов (2.7%) на старом асфальте. На древесине обнаружено лишь 32 вида (17.3% лишенобиоты): в парках эпиксильная группа представлена слабо из-за регулярной уборки древесных остатков. Эпибриофиты представлены 11 видами (5.9% лишенобиоты), 5 видов отмечено на железе, 3 — на смоле хвойных деревьев, 6 — на талломах лишайников, по одному виду обнаружено на плодовом теле трутового гриба и колониях эпифитных водорослей. Напочвенные лишайники в парке представлены крайне слабо: на первичной почве поверх каменистого субстрата обнаружен лишь один вид, и еще 6 отмечены на корневых выворотах.

Среднее число видов на пробную площадь составляет 32.1 ($m\bar{x} = 2.1$), что не является высоким показателем, но вполне типично для относительно небольшой территории в черте городской застройки. Наибольшее количество видов (59) отмечено на старой липовой аллее (ПП 2), наименьшее (12 видов) — в антропогенном местообитании с бетонными конструкциями (ПП 26).

Впервые на территории Санкт-Петербурга было обнаружено четыре вида лишайников — *Absconditella celata*, *Alyxoria culmigena*, *Arthopyrenia atomariella* и *Lecania subfuscata* и один лишенофильный гриб — *Corticifraga fuckelii*. Все перечисленные виды известны с территории Ленинградской области, где представлены небольшим числом местонахождений. Так *Corticifraga fuckelii* и *Alyxoria culmigena* известны из восьми и пяти современных и исторических (первая половина XX века) местонахождений соответственно (Himelbrant et al., 2016, 2018; Rodionova et al., 2024), *Absconditella celata* и *Arthopyrenia atomariella* из трех современных местонахождений каждая (Алексеева, Гимельбрант, 2007; Ерастова и др., 2009; Stepanchikova et al., 2022), а

Lecania subfuscula из одного исторического местонахождения (1943 г.) в окрестностях поселка Вознесенье (Kuznetsova et al., 2007).

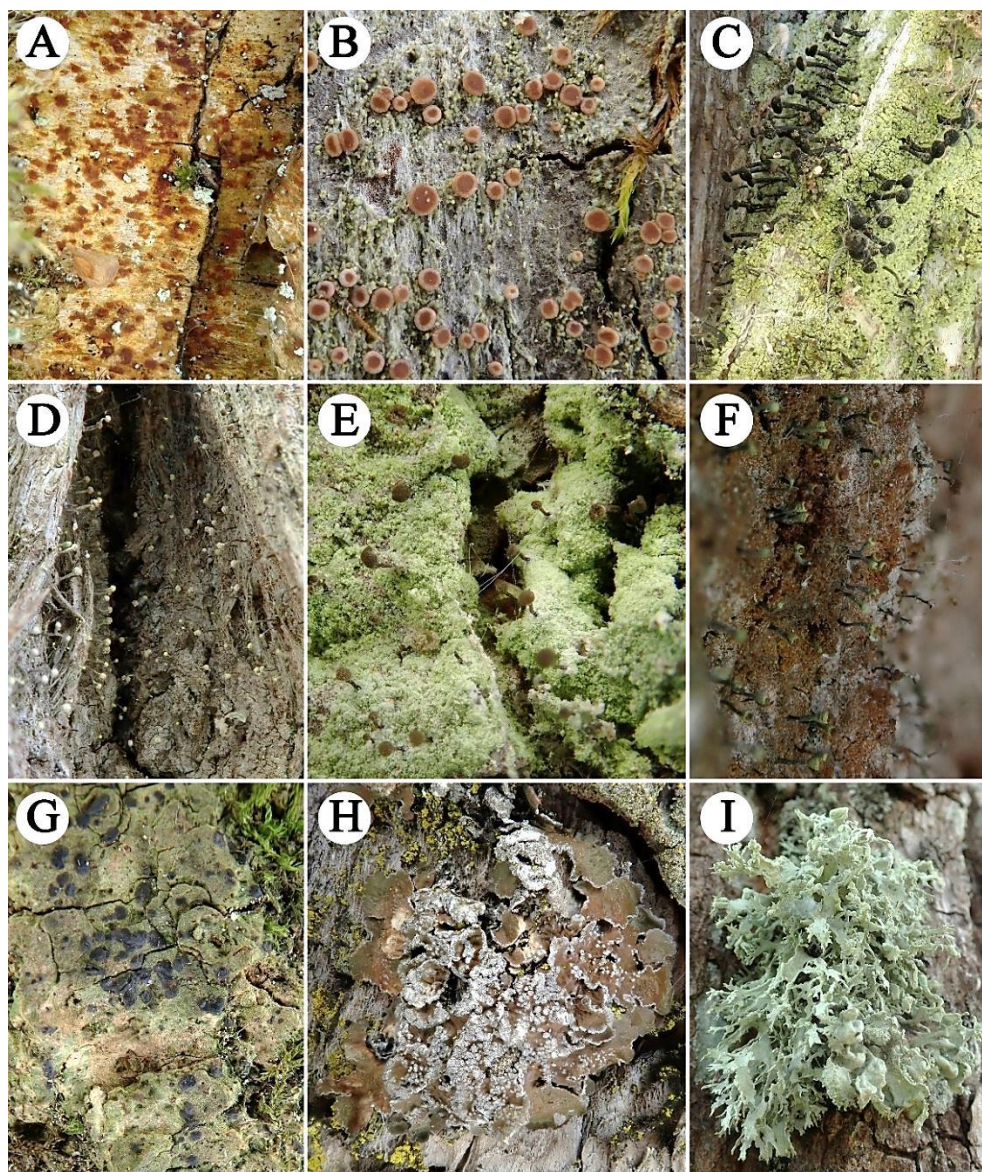


Рис. 2. Охраняемые лишайники Баболовского парка:
A — *Arthonia helvola*, B — *Bacidia rubella*, C — *Calicium viride*,
D — *Chaenotheca brachypoda*, E — *Chaenotheca stemonea*, F — *Chaenotheca hispidula*, G — *Diarthronis spadicea*, H — *Melanelixia subaurifera*,
I — *Ramalina baltica*.

Фото И.С. Степанчиковой

В парке обнаружены местонахождения 13 видов, занесенных в Красную книгу Санкт-Петербурга (2018): *Arthonia helvola*, *Bacidia rubella*, *Calicium viride*, *Candelaria pacifica*, *Chaenotheca brachypoda*, *C. chlorella*, *C. hispidula*, *C. stemonea*, *Diarthonis spadicea*, *Melanelixia subargentifera*, *Pertusaria coccodes*, *Ramalina baltica*, *Scytinium teretiusculum* (Рис. 2). Из них 11 относятся также к индикаторным и специализированным видам биологически ценных лесов на Северо-Западе европейской части России (Конечная и др., 2009): специализированные — *Chaenotheca chlorella* и *Ramalina baltica*, индикаторные — *Arthonia helvola*, *Bacidia rubella*, *Chaenotheca brachypoda*, *C. hispidula*, *C. stemonea*, *Diarthonis spadicea*, *Melanelixia subargentifera*, *Pertusaria coccodes*, *Scytinium teretiusculum*.

Баболовский парк — территория, важная для сохранения городской лишенобиоты Санкт-Петербурга. Для относительно небольшой его площади характерны достаточно высокое видовое разнообразие, высокая концентрация охраняемых видов и видов, маркирующих старовозрастные участки лесов и парков, что в целом говорит о высокой природоохранной значимости. Особо интересными и ценными в лишенологическом отношении являются аллеи старых лиственных (преимущественно широколиственных) деревьев в различных частях парка. Ограничение работ по благоустройству парка в части потенциальной обработки фунгицидами и бережное отношение к старым деревьям позволит сохранить биоразнообразие Баболовского парка.

Авторы благодарны администрации и сотрудникам дирекции ООПТ Санкт-Петербурга за помощь в организации полевых исследований.

Список литературы

- Алексеева Н.М., Гимельбрант Д.Е. 2007. Лишайники / ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов // Природная среда и биологическое разнообразие архипелага Березовые острова. СПб. С. 213-229.
- Ерастова Д.А., Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С. 2009. Предварительный список Лишайников заказника «Среднелужский» (Ленинградская область) // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 13. № 14. С. 157-173.
- Конечная Г.Ю., Курбатова Л.Е., Потемкин А.Д., Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С., Змитрович И.В., Коткова В.М., Малышева В.Ф., Морозова О.В., Попов Е.С., Яковлев Е.Б., Andersson L., Кияшко П.В., Skujiņienė G. 2009. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. / Отв. ред. Л.

- Андерссон, Н.М. Алексеева, Е.С. Кузнецова // Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов. СПб. 258 с.
- Красная книга Санкт-Петербурга. 2018 / отв. ред. Д.В. Гельтман СПб.: Дитон. 568 с.
- Паспорт объекта культурного наследия федерального значения «Баболовский парк» – Архив КГИОП П226-108 Инв. 1195 П.
- Полетайкин В.В. 2021. Акт по результатам государственной историко-культурной экспертизы. https://kgiop.gov.spb.ru/media/uploads/userfiles/2021/06/21/1_hY4ze9z.pdf
- Семенова Г.В. 2018. Царское Село. Знакомое и незнакомое. М.: Центрполиграф. 672 с.
- Флора лишайников России. Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников. 2014 / ред. М.П. Андреев, Д.Е. Гимельбрант. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК. 392 с.
- Diederich P., Lawrey J.D., Ertz D. 2018. The 2018 classification and checklist of lichenicolous fungi, with 2000 non-lichenized, obligately lichenicolous taxa // PLoS ONE. V. 121. P. 340-426.
- Himelbrant D.E., Stepanchikova I.S., Motiejūnaitė J., Gagarina L.V., Dyomina A.V. 2016. New records of lichens and allied fungi from the Leningrad Region, Russia. VII // Folia Cryptogamica Estonica. Fasc. 53. P. 25-34.
- Himelbrant D.E., Stepanchikova I.S., Kuznetsova E.S., Motiejūnaitė J., Konoreva L.A. 2018. Konevets Island (Leningrad Region, Russia) – a historical refuge of lichen diversity in Lake Ladoga // Folia Cryptogamica Estonica. Fasc. 55. P. 51-78.
- Kuznetsova E., Ahti T., Himelbrant D. 2007. Lichens and allied fungi of the Eastern Leningrad Region // Norrlinia. V. 16. 62 p.
- Lawrey J.D., Diederich P. 2018. Lichenicolous fungi — worldwide checklist, including isolated cultures and sequences available. <http://www.lichenicolous.net> (Date of access: 20.12.2021).
- Rodionova A.A., Timofeeva E.A., Himelbrant D.E., Stepanchikova I.S., Zueva A.S., Tsuryskau A.G., Frolov I.V., Chesnokov S. V. 2024. The first survey of the lichen diversity of Seskar Island (Gulf of Finland, Leningrad Region // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. V. 58. № 1. P. L1-L25.
- Stepanchikova I.S., Himelbrant D.E., Chesnokov S.V., Konoreva L.A., Timofeeva E.A. 2022. Modern and historical lichen biota of Karelian Isthmus: the case of Motornoe-Zaostrovje proposed protected area (Leningrad Region, Russia) // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. V. 56. № 2. P. 371-404.
- Westberg M., Moberg R., Myrdal M., Nordin A., Ekman S. 2021. Santesson's checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi. Uppsala. 933 p.

LICHEN BIOTA OF BABOLOVSKY PARK (SAINT PETERSBURG)

**I.S. Stepanchikova^{1,2}, A.A. Rodionova¹, D. E. Himelbrant^{1,2},
E.S. Kuznetsova^{1,2}, A.S. Zueva²**

¹Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

²Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences,
Saint Petersburg

A study of the lichen biota of Babolovsky Park (Saint Petersburg) was conducted in autumn 2023. The survey revealed 170 lichen species, 8 non-lichenized saprotrophic fungi, and 6 lichenicolous fungi. Five species were recorded as new to Saint Petersburg: *Absconditella celata*, *Alyxoria culmigena*, *Arthopyrenia atomariella*, *Corticifraga fuckelii*, and *Lecania subfuscata*.

Keywords: Pushkinsky District, North-West European Russia, protected species.

Об авторах:

СТЕПАНЧИКОВА Ирина Сергеевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры ботаники биологического факультета, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; научный сотрудник лаборатории лишенологии и бриологии, ФГБУ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2, e-mail: stepa_ir@mail.ru.

РОДИОНОВА Агата Александровна – аспирант кафедры ботаники биологического факультета, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9, e-mail: lyp.alvashak@gmail.com.

ГИМЕЛЬБРАНТ Дмитрий Евгеньевич – старший преподаватель кафедры ботаники биологического факультета, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; научный сотрудник лаборатории лишенологии и бриологии, ФГБУ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2, e-mail: d_brant@mail.ru.

КУЗНЕЦОВА Екатерина Сергеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники биологического факультета, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; научный сотрудник лаборатории лишенологии и бриологии, ФГБУ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2, e-mail: igel_kuzn@mail.ru.

ЗУЕВА Анна Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории лишенологии и бриологии, аспирант, ФГБУ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2, e-mail: annazueva5@gmail.com

Степанчикова И.С. Лишенобиота Баболовского парка (Санкт-Петербург) / И.С. Степанчикова, А.А. Родионова, Д.Е. Гимельбрант, Е.С. Кузнецова, А.С. Зуева // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 116-138.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.01.25

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

УДК 502.7 (470.316)
DOI: 10.26456/vtbio404

ДОПОЛНЕНИЯ К МАТЕРИАЛАМ КРАСНОЙ КНИГИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ*

А.А. Рыбакова¹, Л.П. Митрофанова¹, Э.В. Гарин², А.В. Зиновьев³

¹ООО «Стратегия ЭКО», Тверь

²Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
Ярославская область пос. Борок

³Тверской государственный университет, Тверь

Обобщены оригинальные материалы о редких и охраняемых видах растений и животных Ярославской области, обнаруженных на территории Любимского, Мышкинского, Некоузского, Переславского, Рыбинского, Тутаевского, Угличского и Ярославского районов. Приведены новые сведения о распространении на территории области 36 видов растений, 5 видов грибов и лишайников, 5 видов беспозвоночных, 5 видов птиц и 1 вида рептилий. Среди охраняемых видов из категории 2 (сокращающиеся в численности или уязвимые) зафиксировано 3 вида, категории 3 (редкие) – 23, категории 4 (малоизученные или не определённые по статусу) – 5; также приведены данные по 21 виду, нуждающемуся в особом контроле за их состоянием в природной среде. Редкие и охраняемые виды были обнаружены на территории десяти особо охраняемых природных территорий, в том числе трёх заказников («Верхне-Волжский (зоологический)», «Долина р. Юхоти (ландшафтный)», «Наумовский (зоологический)») и семи памятников природы («Гнездовье аистов в дер. Федорково», «Гнездовье аистов в с. Юрьевском», «Долина р. Эдомы», «Парк и пруд в с. Новом», «Сосновый бор с. Охотино», «Урочище Алтыново», «Петровский парк»).

Ключевые слова: биоразнообразие, новые находки, охраняемые виды, редкие виды, Красная книга, ООПТ, Ярославская область.

Введение. В настоящее время идут плановые работы по подготовке третьего издания Красной книги Ярославской области, ведение которой начато в 2000 году. Первое издание Красной книги вышло в 2004 году, а второе издание – в 2015 году. Как ранее отмечалось (Гарин, Филиппов, 2022), опубликованные оригинальные материалы о растительном мире Ярославской области крайне малочисленны (Гарин, Тихонов, 2014; Гарин, 2015; Крылова, Гарин,

* Работа выполнена при финансировании ООО «Стратегия ЭКО»

© Рыбакова А.А., Митрофанова Л.П.,

Гарин Э.В., Зиновьев А.В., 2025

2024; Seregin et al., 2020; и др.), в связи с чем и объём обнародованных данных, которые ложатся в основу красных книг, очень скуден. Между тем флористические исследования на территории Ярославской области активно ведутся как в рамках бюджетных и иных работ. Как показал опыт работы над очерками последнего издания Красной книги Тверской области (2024), обобщающие публикации такого рода (например, Гарин и др., 2023) оказывают неоценимую помощь в работе над подготовкой текстовых и картографических блоков. В связи с этим, считаем необходимым продолжить обработку и публикацию данных, касающихся зафиксированных новых мест произрастания редких и охраняемых видов. Данная работа является продолжением начатых ранее публикаций (Гарин, Филиппов, 2022; Гарин, 2024).

Материал и методы исследования. Ярославская область является небольшим по площади (36 177 км²) субъектом Российской Федерации, входящим в состав Центрального федерального округа. Регион расположен в центральной части Восточно-Европейской равнины. На формирование рельефа территории определяющее значение оказало предпоследнее оледенение и последующие водно-ледниковые потоки. Господствующие формы рельефа – от наиболее высоких моренных равнин (как правило, до 200 м н.у.м.), до водно-(озёрно-) ледниковых плоских обширных низин (до 100 м н.у.м.): Молого-Шекснинскую, Ярославско-Костромскую, Ростовскую. Ярославская область занимает часть бассейна Верхней Волги. Наиболее крупный водоём (4,5 тыс. км²) – Рыбинское водохранилище – расположен в северо-западной части региона. В биогеографическом плане регион принадлежит к Европейско-Сибирской подобласти Голарктики. По природно-климатическим условиям северная часть региона относится к подзоне южной тайги, а южная – к подзоне смешанных лесов (граница между ними проходит с запада на восток, несколько южнее г. Углича и г. Ярославля) (Новский, 1959; Атлас..., 1964; Ярославская..., 2024).

Исследования флоры Ярославской области ведутся с 1990-х годов, а с начала 2000-х годов становятся более интенсивными. Натурные исследования проводятся преимущественно маршрутным методом во всех районах области и включают составление флористических списков, фотофиксацию растительных объектов и биотопов с отметкой координат точек наблюдения, сбор гербария высших растений.

Материал, послуживший основой данной публикации, хранится в Гербарии флоры Ярославской области (GARIN). В приведённых ниже авторских материалах виды расположены в алфавитном порядке латинских названий. В списке помимо латинского названия приводится природоохранный статус вида (в соответствии с последним

изданием Красной книги Ярославской области [2015]), сведения о находке (местонахождение, местообитание, дата и авторы наблюдения/сбора, акроним гербария и инвентарный номер образцы). При цитировании фотонаблюдения, размещённого на платформе iNaturalist (inaturalist.org), указан номер наблюдения после отметки «iNat».

В тексте приняты следующие сокращения: КК ЯрО – Красная книга Ярославской области (2015); ООПТ – особо охраняемая природная территория; ПП – памятник природы. Цитируемые коллекторы: А.В. Зиновьев (далее АЗ), А.А. Рыбакова (АР), А.В. Тихонов (АТ), Л.П. Митрофанова (ЛМ), Э.В. Гарин (ЭГ). Номенклатура в статье приводится в соответствии с рекомендациями (Plantarium..., 2007–2025; GBIF, 2025).

Результаты исследования и их обсуждение

Находки видов, включённых в основной список Красной книги Ярославской области

Растения

Campanula bononiensis L. (3-я категория. Редкий вид)

Материал: 1) Угличский р-н, у западной границы д. Малое Мельничное, близ устья р. Титовки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°38'59.9"N 38°22'33.5"E, 09.07.2022, АР (iNat 129589936, 129589944, 129589947); 2) там же, 0,1 км к северо-западу от д. Вороново, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°40'19.1"N 38°35'03.3"E, 11.07.2022, АР (iNat 135924636).

Carex riparia Curtis (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Мышкинский р-н, напротив д. Кадочник, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°45'44.4"N 38°31'22.3"E, берег р. Юхоть, 10.07.2022, АР (iNat 135960348); 2) там же, 0,25 км к северу от д. Угольники, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'49.7"N 38°27'11.8"E, 11.07.2022, АР (iNat 135901602); 3) Угличский р-н, между дд. Чириково и Метево, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'03.0"N 38°34'56.6"E, берег р. Улейма, 11.07.2022, АР (iNat 135927298).

Chimaphila umbellata (L.) W. Barton (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,47 км к северу от д. Борок, 57°46'54.6"N 38°29'26.1"E, 03.07.2021, АР (iNat 135955211); 2) там же, 0,5 км к северо-западу от д. Борок, на территории ООПТ ПП «Сосновый бор с. Охотино», 57°46'55.4"N 38°29'14.8"E, 03.07.2021, АР (iNat 135954763); 3) Угличский р-н, 0,6 км к югу от д. Михеево, на

территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°38'49.5"N 38°31'13.9"E, 11.07.2022, АР (iNat 135921191).

Crepis sibirica L. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Любимский р-н, 0,6 км к юго-востоку от пос. Соколиный, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'09.2"N 40°48'07.3"E, 16.07.2023, ЛМ (iNat 174182239).

Cynosurus cristatus L. (3-я категория. Редкий вид)

Материал: Тутаевский р-н, у западной границы д. Новый посёлок, 58°04'48.6"N 39°28'56.0"E, выбитый луг, 29.07.2024, ЭГ (iNat 233108462).

Dactylorhiza fuchsii (Druce) Soó (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Любимский р-н, 0,6 км к юго-востоку от д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'53.8"N 40°48'22.0"E, 14.07.2023, АР (iNat 173753852); 2) там же, 0,87 км к юго-востоку от д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'53.9"N 40°48'40.4"E, 14.07.2023, ЛМ (iNat 174182214, 174182215, 174182213); 3) там же, 1,5 км к юго-востоку от д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'48.4"N 40°49'19.9"E, 14.07.2023, АР (iNat 173763960); 4) там же, 1,2 км к востоку от г. Любима, 58°22'18.8"N 40°44'12.7"E, 16.07.2023, АР (iNat 173929944); 5) Любимский р-н, 1,1 км к юго-востоку от д. Кириллово, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°23'49.3"N 40°53'01.0"E, 16.07.2023, АР (iNat 173929947); 6) Мышкинский р-н, 0,7 км к северо-востоку от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'02.6"N 38°29'29.7"E, кювет автодороги, 03.07.2021, АР (iNat 135953472); 7) там же, 1 км к северо-востоку от с. Учма, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°43'28.5"N 38°26'46.1"E – 57°43'29.7"N 38°26'58.4"E, 09.07.2022, АР (iNat 129589957, 129589970, 129589966, 129589963, 129589972, 129589976, 129589971); 8) там же, 0,26 км к северо-востоку от д. Терпилово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°43'12.8"N 38°32'25.9"E, 10.07.2022, АР (iNat 135915390); 9) там же, 0,6 км к северу от д. Володино, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°43'21.3"N 38°32'51.5"E, 10.07.2022, АР (iNat 135912287, 135912278); 10) там же, 0,25 км к северо-западу от ДОЛ им. Гайдара, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'37"N 38°31'59"E, 10.07.2022, ЛМ (iNat 132816398, 132816400, 132816399); 11) Угличский р-н, 0,7 км к северо-востоку от д. Васильки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°37'31.8"N 38°24'22.6"E, 10.07.2022, ЛМ (iNat 132956138); 12) там же, 1 км к северо-востоку от д. Васильки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-

Волжский (зоологический)», 57°37'31.9"N 38°24'38.3"E, 10.07.2022, ЛМ (iNat 132956111).

Dactylorhiza incarnata (L.) Soó (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Мышкинский р-н, напротив д. Кадочник, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°45'44.7"N 38°31'21.9"E, луг, 10.07.2022, АР (iNat 135960354); 2) там же, 0,5 км к северо-западу от д. Коровино, у берега р. Волги, 57°46'50"N 38°27'48"E, 12.07.2022, АР (iNat 135921454, 135921475).

Dactylorhiza maculata (L.) Soó (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Угличский р-н, 2 км к востоку от дд. Модявино и Большое Мельничное, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°39'30.9"N 38°24'34.2"E, вырубка, 04.07.2021, АР (iNat 135941616); 2) там же, 2,3 км к западу от д. Верхние Плостки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'12.9"N 38°26'19.5"E, 04.07.2021, АР (iNat 135952128); 3) там же, 1 км к востоку от д. Васильки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°37'24"N 38°24'48"E, 10.07.2022, ЛМ (iNat 132956076, 132956083); 4) там же, 57°37'28.0"N 38°24'46.2"E, 10.07.2022, ЛМ (iNat 132956074).

Epipactis helleborine (L.) Crantz (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Рыбинский р-н, г. Рыбинск, заброшенные участки по ул. Корнева, 58°04'10.1"N 38°45'45.5"E, 22.08.2020, ЭГ (iNat 57425697).

Epipactis palustris (L.) Crantz (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Мышкинский р-н, 0,8 км к юго-востоку от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°45'39.1"N 38°29'30.6"E, кювет автодороги, 03.07.2021, АР (iNat 135953109).

Eupatorium cannabinum L. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Переславский р-н, западная окраина сп. Ишня, 57°10'22.1"N 39°20'16.9"E, луг, у автодороги, 14.06.2022, ЭГ (iNat 121795764) (GARIN 21798).

Fragaria moschata (Duchesne) Weston (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,06 км к югу от д. Верхние Плостки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'33.0"N 38°23'47.0"E, 09.07.2022, АР (iNat 135907110); 2) Мышкинский р-н, 0,8 км к западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'26.8"N 38°32'52.8"E, 11.07.2022, АР (iNat 135897645); 3) Мышкинский р-н, 0,5 км к югу от д. Угольники, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'14.3"N 38°26'55.6"E, 11.07.2022, АР (iNat 135903053).

Goodyera repens (L.) R. Br. (2-я категория. Сокращающийся в численности вид).

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,25 км к северу от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'07.5"N 38°28'43"E, 09.07.2022, АР (iNat 135926986, 135926989); 2) там же, 0,33 км к западу от ДОЛ им. Гайдара, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'29.9"N 38°31'48.4"E, 10.07.2022, АР (iNat 135914871).

Hepatica nobilis Mill. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Мышкинский р-н, 0,5 км к югу от д. Кирьяново, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°43'45.3"N 38°27'51.2"E, 04.07.2021, АР (iNat 135952871).

Lonicera caerulea subsp. *pallasii* (Ledeb.) Browicz (2-я категория. Сокращающийся в численности вид).

Материал: Любимский р-н, 0,7 км к юго-востоку от пос. Соколиный, 58°20'19.6"N 40°48'21.8"E ±10 м, смешанный лес, 17.07.2023, АР (iNat 173739997) (GARIN 24474).

Neottia ovata (L.) Bluff et Fingerh. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,7 км к северо-востоку от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'00.1"N 38°29'30.5"E, кювет автодороги, 03.07.2021, АР (iNat 135953281); 2) там же, 0,2 км к югу от коттеджного посёлка Ларионки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°45'47.1"N 38°31'02.8"E, 10.07.2022, АР (iNat 135960285)

Platanthera bifolia (L.) Rich. (2-я категория. Сокращающийся в численности вид).

Материал: 1) Любимский р-н, 0,6 км к юго-востоку от д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'53.7"N 40°48'21.9"E, 14.07.2023, АР (iNat 173753850); 2) Мышкинский р-н, 0,2 км к северо-востоку от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'05.8"N 38°28'52.0"E, 09.07.2022, АР (iNat 135927024, 135927022); 3) там же, 0,8 км к югу от д. Володино, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'30.7"N 38°32'48.9"E, 11.07.2022, АР (iNat 135897986).

Trisetum flavescens (L.) Beauv. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Любимский р-н, напротив пос. Соколиный, у берега р. Обноры, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'37.8"N 40°47'51.8"E, 16.07.2023, АР (iNat 173929950).

Verbascum nigrum L. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Любимский р-н, 1,9 км к юго-востоку от д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)»,

58°20'39.7"N 40°49'34.0"E, 14.07.2023, ЛМ (iNat 174182217); 2) там же, 1,8 км к юго-востоку от д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'42.3"N 40°49'31.8"E, 14.07.2023, ЛМ (iNat 174182226); 3) там же, у южной границы д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'58.8"N 40°47'43.3"E, 15.07.2023, АР (iNat 173927910); 4) там же, 0,6 км к юго-востоку от пос. Соколиный, 58°20'14.4"N 40°48'18.5"E, 14.07.2023, АР (iNat 173743906); 5) там же, 0,45 км к юго-востоку от пос. Соколиный, у берега р. Обноры, 58°20'08.1"N 40°47'52.3"E, 17.07.2023, АР (iNat 174207602); 6) там же, 0,3 км к югу от пос. Соколиный, 58°20'08.9"N 40°47'39.6"E, 17.07.2023, ЛМ (iNat 174182210).

Грибы и лишайники

Calvatia gigantea (Batsch) Lloyd (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Ярославский р-н, с. Дёгтево, 57°35'18.8"N 39°28'23.3"E, 10.08.2023, АЗ (iNat 177639812).

Peltigera extenuata (Nyl. ex Vain.) Lojka (4-я категория. Малоизученный вид)

Материал: Мышкинский р-н, с. Еремейцево (57°51'22,17" с. ш., 38°30'32,49" в. д.), фрагмент суходольного луга, среди невысокой травы; 24.07.2015; ЭГ (GARIN 6336).

Peltigera neckeri Nepp ex Müll. Arg. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Некоузский р-н, пос. Шестихино, обводнённые глиняные карьеры (57°56'25,62" с. ш., 38°13'43,4" в. д.), густой ивняк на мелководье, на основаниях стволов ив; 14.10.2016; ЭГ, АТ (GARIN 12784); 2) там же, (57°56'25,62" с. ш., 38°13'43,4" в. д.), густой ивняк на мелководье, на гнилом ивовом сучке; 14.10.2016; ЭГ, АТ (GARIN 12786); 3) там же, (57°56'25,88" с. ш., 38°13'42,91" в. д.), берёзово-еловый лес, обрыв южной экспозиции, на суглинистой почве; 14.10.2016; ЭГ, АТ (GARIN 12790–12793); 4) там же, (57°56'21,35" с. ш., 38°13'46,47" в. д.), насаждения из деревьев мелколиственных пород (берёза, тополь), на основании гнилого пня; 14.10.2016; ЭГ, АТ (GARIN 12826).

Peltigera polydactylon (Neck.) Hoffm. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: 1) Мышкинский р-н, д. Коровино, берег р. Юхоть (57°46'25,37" с. ш., 38°28'46,75" в. д.), сырой берег, среди молодого березняка, на почве; 23.07.2015; ЭГ (GARIN 6301); 2) Рыбинский р-н, ООПТ «Петровский парк» (58°3'46,34" с. ш., 38°50'39,01" в. д.), полугнилой пень дерева лиственной породы, на поверхности спила; 08.08.2015; ЭГ (GARIN 6883).

Polyporus umbellatus (Pers.) Fr. (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Любимский р-н, 0,6 км к юго-востоку от пос. Соколиный, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'19.5"N 40°48'27.5"E, 16.07.2023, АР (iNat 173927933).

Беспозвоночные

Ceruchus chrysomelinus (Hochenwarth, 1785) (2-я категория. Сокращающийся в численности вид).

Материал: Любимский р-н, 0,9 км к востоку от пос. Соколиный, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'17.4"N 40°48'28.7"E, 16.07.2023, АР (iNat 173927956).

Drepanopteryx phalaenoides (Linnaeus, 1758) (2-я категория. Сокращающийся в численности вид).

Материал: Некоузский р-н, пос. Борок, на стене многоквартирного дома, 58°03'58.5"N 38°13'57.6"E, 20.04.2020, ЭГ (iNat 42673952).

Euphydryas maturna (Linnaeus, 1758) (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Переславский р-н, 2 км к северо-востоку от д. Городище, 56°37'56.9"N 38°45'29.6"E, заброшенные торфокарьеры, 12.06.2021, ЭГ (iNat 83111639).

Glaucopsyche alexis (Poda, 1761) (2-я категория. Сокращающийся в численности вид).

Материал: Рыбинский р-н, заброшенные карьеры Тихменевского торфопредприятия, 57°57'22.8"N 38°37'19.6"E, 10.06.2019, ЭГ (iNat 26755667).

Melitaea phoebe (Denis et Schiffermüller, 1775) (2-я категория. Сокращающийся в численности вид).

Материал: Мышкинский р-н, 0,2 км к югу от д. Верхние Плостки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'29.9"N 38°23'42.0"E, 09.07.2022, АР (iNat 195934517).

Позвоночные

Ciconia ciconia (Linnaeus, 1758) (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Мышкинский р-н, у восточной границы д. Федорково, на территории ООПТ ПП «Гнездовье аистов в дер. Федорково», 57°38'48.6"N 37°44'52.2"E, на водонапорной башне, 09.06.2018, АЗ (iNat 64431227); 2) там же, с. Юрьевское, на территории ООПТ ПП «Гнездовье аистов в с. Юрьевском», 57°41'51.1"N 37°57'24.0"E, на водонапорной башне, 09.06.2018, АЗ (iNat 64431141).

Larus argentatus Pontopidan, 1763 (3-я категория. Редкий вид).

Материал: Тутаевский р-н, 0,8 км к востоку от д. Малое Титовское, на территории ООПТ ПП «Долина р. Эдомы», 57°55'41.9"N

39°21'60.0"E, место впадения р. Эдома в р. Волгу, 28.07.2024, АЗ (iNat 233705668).

Находки видов, нуждающихся в особом контроле за их состоянием в природной среде на территории Ярославской области

Сосудистые растения

Acorus calamus L.

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,3 км к северу от д. Угольники, берег р. Волги, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'50.8"N 38°27'12.2"E, 11.07.2022, АР (iNat 135901728, 135901726); 2) там же, 0,35 км к северу от д. Угольники, берег р. Волги, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'52.8"N 38°27'13.1"E, 11.07.2022, АР (iNat 135901681).

Campanula latifolia L.

Материал: 1) Любимский р-н, 2 км на восток от д. Починок-Черепанов, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'43.9"N 40°49'31.4"E, 14.07.2023, ЛМ (iNat 174182227); 2) там же, 0,7 км к северо-западу от ж/д ст. Руша, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'28.4"N 40°50'48.4"E, 15.07.2023, ЛМ (iNat 174182235).

Convallaria majalis L.

Материал: 1) Любимский р-н, 2,3 км к юго-западу от д. Белоглазово, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°19'26.0"N 40°51'57.2"E, 14.07.2023, АР (iNat 173763967); 2) Мышкинский р-н, 0,4 км к югу от д. Верхние Плоски, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'20.8"N 38°23'42.0"E, 09.07.2022, АР (iNat 135908953); 3) там же, 0,26 км к западу от ДОЛ им. Гайдара, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'29.0"N 38°31'50.8"E, 10.07.2022, АР (iNat 135914878); 4) там же, 0,2 км к югу от коттеджного посёлка Ларионки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°45'46–47"N 38°31'05–7"E, 10.07.2022, АР (iNat 135960287, 135960301, 135960289); 5) там же, 0,5 км к югу от д. Угольники, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'14.1"N 38°26'55.4"E, 11.07.2022, АР (iNat 135903055); 6) Угличский р-н, 0,7 км к югу от д. Михеево, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°38'47.2"N 38°31'17.3"E, 11.07.2022, АР (iNat 135921215); 7) там же, по южной границе д. Михеево, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°38'48.1"N 38°31'15.9"E, 11.07.2022, АР (iNat 135921243).

Dryopteris expansa (C. Presl) Fraser-Jenk. et Jermy.

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,9 км к северо-западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'33.5"N 38°32'44.4"E, 11.07.2022, АР (iNat 135898114); 2) Угличский р-н, 1 км к северо-западу от д. Займищи, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'31.5"N 38°33'52.0"E, 10.07.2022, АР (iNat 135924694, 135924724).

Dryopteris filix-mas (L.) Schott.

Материал: 1) Любимский р-н, 0,6 км к юго-востоку от д. Шарна, 58°20'58.5"N 40°48'22.1"E, 14.07.2023, АР (iNat 173743912); 2) там же, 0,5 км к северо-западу от д. Белоглазово, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°19'58.9"N 40°53'56.7"E, 15.07.2023, АР (iNat 173927929); 3) Мышкинский р-н, 0,6 км к западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'24.3"N 38°32'58.6"E, 11.07.2022, АР (iNat 135897575); 4) там же, 0,9 км к северо-западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'34.0"N 38°32'43.8"E, 11.07.2022, АР (iNat 135898178); 5) там же, 0,5 км к югу от д. Угольники, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'13.9"N 38°26'56.6"E, 11.07.2022, АР (iNat 135903108); 6) Угличский р-н, у восточной границы д. Шубино, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°37'25.6"N 38°29'15.0"E, 10.07.2022, АР (iNat 135914643); 7) там же, 1 км к северо-западу от д. Займищи, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'31–33"N 38°33'51–54"E, 10.07.2022, АР (iNat 135924661, 135924759).

Juniperus communis L.

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,5 км к северу от д. Борок, на территории ООПТ ГПЗ «Долина р. Юхоти (ландшафтный)», 57°46'55.0"N 38°29'23.9"E, 03.07.2021, АР (iNat 135955075); 2) там же, 0,2 км к северу от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'05.9"N 38°28'48.8"E, 09.07.2022, АР (iNat 135927012); 3) там же, 0,3 км к северо-западу от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'08.7"N 38°28'33.4"E, 09.07.2022, АР (iNat 135926949); 4) там же, 0,25 км к югу от коттеджного посёлка Ларионки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°45'44.3"N 38°31'13.8"E, 10.07.2022, АР (iNat 135960315).

Lycopodium clavatum L.

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,5 км к северо-западу от д. Борок, на территории ООПТ ПП «Сосновый бор с. Охотино», 57°46'55.8"N 38°29'12.8"E, 03.07.2021, АР (iNat 135955377); 2) там же, 0,23 км к юго-западу от ДОЛ им. Гайдара, на территории ООПТ ГПЗ

«Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'26.5"N 38°31'54.2"E, 10.07.2022, AP (iNat 135914852).

Malus sylvestris Mill.

Материал: Мышкинский р-н, 0,8 км к северо-западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'30.7"N 38°32'49.2"E, 11.07.2022, AP (iNat 135898066).

Nymphaea candida J. Presl et C. Presl.

Материал: Тутаевский р-н, с. Ратмирово, 57°52'50.7"N 39°40'09.0"E, деревенская копань; скорее всего, высажено местными жителями в декоративных целях, 30.07.2024, АЗ (iNat 234474530).

Phegopteris connectilis (Michx.) Watt.

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,85 км к северо-западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'31.9"N 38°32'47.3"E, 11.07.2022, AP (iNat 135898209); 2) Угличский р-н, 0,15 км к юго-западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'15.1"N 38°33'28.9"E, 10.07.2022, AP (iNat 135929274).

Primula veris L.

Материал: Мышкинский р-н, 0,2 км к юго-западу от д. Верхние Плоски, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'29.4"N 38°23'40.1"E, 09.07.2022, AP (iNat 135904680).

Rubus chamaemorus L.

Материал: Мышкинский р-н, 0,9 км к юго-востоку от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°45'30.9"N 38°29'25.0"E, 03.07.2021, AP (iNat 135952965).

Spinulum annotinum (L.) A. Haines.

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,4 км к югу от д. Верхние Плоски, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°41'20.8"N 38°23'40.3"E, 09.07.2022, AP (iNat 135908944); 2) там же, 0,2 км к северу от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'06.2"N 38°28'47.4"E, 09.07.2022, AP (iNat 135926997); 3) там же, 0,27 км к северу от д. Неверово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'07.5"N 38°28'43.6"E, 09.07.2022, AP (iNat 135926990); 4) Угличский р-н, 0,2 км к юго-западу от д. Городище, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°42'13.4"N 38°33'28.7"E, 10.07.2022, AP (iNat 135929262).

Trollius europaeus L.

Материал: 1) Любимский р-н, 0,6 км к юго-востоку от д. Шарна, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)»,

58°20'53.1"N 40°48'20.7"E, 14.07.2023, АР (iNat 173753855); 2) Мышкинский р-н, 0,6 км к северу от д. Володино, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°43'21.2"N 38°32'51.7"E, 10.07.2022, АР (iNat 135912288); 3) Угличский р-н, 2,4 км к юго-востоку от д. Верхние Плостки, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°40'39.5"N 38°25'38.8"E, 04.07.2021, АР (iNat 135951880).

Valeriana officinalis L.

Материал: 1) Мышкинский р-н, 0,25 км к югу от д. Угольники, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'20.7"N 38°27'01.2"E, 11.07.2022, АР (iNat 135922279); 2) Мышкинский р-н, правый берег р. Волги, у Мышкинской паромной переправы, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°46'36.7"N 38°27'38.6"E, луг, 12.07.2022, АР (iNat 135921406); 3) Угличский р-н, 0,2 км к востоку от д. Бороушка, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°38'21.4"N 38°30'48.9"E, 11.07.2022, АР (iNat 129589977).

Viola hirta L.

Материал: 1) Любимский р-н, 0,47 км к юго-востоку от пос. Соколиный, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'23.5"N 40°48'19.7"E, 17.07.2023, АР (iNat 173929985); 2) Мышкинский р-н, 0,17 км к западу от ДОЛ им. Гайдара, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°44'30"N 38°31'57"E, 10.07.2022, АР (iNat 135914863, 135914864); 3) Угличский р-н, между дд. Шевердино и Юсово, на территории ООПТ ГПЗ «Верхне-Волжский (зоологический)», 57°38'06.0"N 38°22'59.9"E, 09.07.2022, АР (iNat 135913020).

Viola mirabilis L.

Материал: Любимский р-н, 0,7 км к юго-востоку от пос. Соколиный, на территории ООПТ ГПЗ «Наумовский (зоологический)», 58°20'23.4"N 40°48'35.1"E, 16.07.2023, АР (iNat 173929925).

Позвоночные

Ardea cinerea Linnaeus, 1758.

Материал: 1) Любимский р-н, 0,3 км к северо-западу от д. Белоглазово, 58°19'54.4"N 40°54'06.1"E, берег р. Руша, 15.07.2023, АР (iNat 173927919); 2) Тутаевский р-н, по северо-западной границе с. Новое, на территории ООПТ ПП «Парк и пруд в с. Новом», 57°49'06.1"N 39°41'59.1"E, заросший старинный пруд, 30.07.2024, АЗ (iNat 234484953).

Calidris pugnax (Linnaeus, 1758) (син. *Philomachus pugnax* (Linnaeus, 1758)).

Материал: Угличский р-н, пос. Алтыново, около санатория «Углич», на территории ООПТ ПП «Урочище Алтыново», берег р. Волга, 57°34'00.6"N 38°17'40.2"E, 09.08.2023, АЗ (iNat 177570120).

Falco subbuteo Linnaeus, 1758.

Материал: Угличский р-н, г. Углич, у северо-западной границы ООПТ «Левобережный бор», на берегу р. Корожечны, 57°32'21.2"N 38°17'17.8"E, 09.08.2023, АЗ (iNat 177568240).

Natrix natrix Linnaeus, 1758.

Материал: Угличский р-н, у южной границы д. Подол, 57°37'28.6"N 38°22'03.3"E, 01.07.2018, АР (iNat 141066797).

Заключение. По результатам исследований биоразнообразия Ярославской области на территории Любимского, Мышкинского, Некоузского, Переславского, Рыбинского, Тутаевского, Угличского и Ярославского районов было выявлено 121 локалитет охраняемых и редких (соответственно 67 и 54) в регионе видов растений и животных. Среди группы охраняемых наибольшее количество видов имеют 3-ю категорию (редкие виды) (23 таксона видового ранга). Виды других категорий Красной книги Ярославской области [2015] распределились следующим образом: 2-я категория – 3 вида, 4-я – 5 видов. Редкие и охраняемые виды были обнаружены на десяти особо охраняемых природных территориях, в том числе трёх заказников («Верхне-Волжский (зоологический)», «Долина р. Юхоти (ландшафтный)», «Наумовский (зоологический)») и семи памятников природы («Гнездовье аистов в дер. Федорково», «Гнездовье аистов в с. Юрьевском», «Долина р. Эдомы», «Парк и пруд в с. Новом», «Сосновый бор с. Охотино», «Урочище Алтыново», «Петровский парк»). Наибольшая часть видов обнаружена в границах ООПТ, что связано с особенностями проведения полевых исследований.

Список литературы

- Атлас Ярославской области.* 1964. М., Главное управление геодезии и картографии государственного геологического комитета СССР, 8+28 с.
- Гарин Э.В. 2015. Сосудистые споровые растения флоры Ярославской области // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Вып. 71(74). С. 48–59. DOI: 10.24411/0320-3557-2015-10004
- Гарин Э.В. 2024. Материалы к ведению Красной книги Ярославской области по результатам исследований сосудистых растений 2015–2016 гг. // Полевой журнал биолога. № 6(4). С. 343–353. DOI: 10.52575/2712-9047-2024-6-4-343-353
- Гарин Э.В., Рыбакова А.А., Рыбаков В.А., Марков М.В., Митрофанова Л.П., Ведерникова О.П., Матершев И.В., Куропаткин В.В., Корягина Е.С.,

- Иванов Д.Г., Подолян Е.А. 2023. Материалы к Красной книге Тверской области за 2022 год // Вестник Тверского государственного университета. Серия Биология и экология. № 2(70). С. 109-148. DOI: 10.26456/vtbio311
- Гарин Э.В., Тихонов А.В. 2014. Флористические находки на карьерах Мокеихо-Зыбинского торфопредприятия (Ярославская область) // Успехи современного естествознания. Вып. 12–3. С. 290.
- Гарин Э.В., Филиппов Д.А. 2022. Материалы к ведению Красной книги Ярославской области по результатам исследований сосудистых растений 2013–2014 гг. // Полевой журнал биолога № 4(4). С. 293-303. DOI: 10.52575/2712-9047-2022-4-4-289-299
- Гербарий флоры Ярославской области (GARIN) (дата обращения: 10.02.2025).
- Красная книга Ярославской области. 2004. Ярославль: Изд-во Александра Рутмана. 384 с.
- Красная книга Ярославской области. 2015. Ярославль: Академия 76, 470 с.
- Красная книга Тверской области. 2024 3-е издание, переработанное и дополненное / Отв. ред. А.В. Зиновьев, Г.Ю. Конечная, А.А. Рыбакова, Н.А. Соболев; Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области. М.: ООО «Стратегия ЭКО». 600 с.
- Крылова Е.Г., Гарин Э.В. 2024. Флористическое разнообразие островов Волжского плёса Рыбинского водохранилища // Трансформация экосистем. № 7(1). С. 216–236. DOI: 10.23859/estr-220713
- Новский В.А. 1959. Рельеф // Природа и хозяйство Ярославской области. Ч. 1. Природа. Ярославль, Ярославское книжное издательство. С. 142-173.
- Ярославская область. 2024. Википедия. Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=4006&oldid=125976910> (дата обращения: 20.02.2025).
- GBIF | Global Biodiversity Information Facility. 2025. URL: <https://www.gbif.org> (accessed on February 10, 2025).
- Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. 2007–2025. URL: <https://www.plantarium.ru/lang/en.html> (accessed on February 10, 2025).
- Seregin A.P., Bochkov D.A., Shner J.V. et al. 2020. "Flora of Russia" on iNaturalist: a dataset // Biodiversity Data Journal, 8: e59249. DOI: 10.3897/BDJ.8.e59249

ADDITIONS TO THE MATERIALS OF THE RED DATA BOOK OF YAROSLAVSK OBLAST

A.A. Rybakova¹, L.P. Mitrofanova¹, E.V. Garin^{2, 3}, A.V. Zinoviev³

¹Strategy of ECO, Tver

²I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences, Yaroslavl region (Borok)

³Tver State University, Tver

This study compiles original data on rare and protected plant and animal species recorded in the Lyubimsky, Myshkinsky, Nekouzsky, Pereslavsky, Rybinsky, Tutaevsky, Uglichsky, and Yaroslavsky districts of Yaroslavl region. New distribution records are reported for 36 plant species, 5 fungi and lichen species, 5 invertebrate species, 5 bird species, and 1 reptile species. Among these, 3 species fall under Category 2 (declining or vulnerable), 23 under Category 3 (rare), and 5 under Category 4 (insufficiently studied or undefined status). Additionally, 21 species requiring special monitoring in their natural habitats are documented. Rare and protected species were identified across ten protected areas, including three *zakazniks* (wildlife reserves): *Verkhne-Volzhsky* (zoological), *Dolina reki Yukhoti* (landscape), and *Naumovsky* (zoological); and seven natural monuments: *Gnezdovye aistov v der. Fiodorkovo* (Stork Nesting Site in Fiodorkovo Village), *Gnezdovye aistov v s. Yurievskom* (Stork Nesting Site in Yurievskoe Village), *Dolina reki Edomy* (Edoma River Valley), *Park i prud v s. Novom* (Park and Pond in Novoe Village), *Sosnovyi bor s. Okhotino* (Okhotino Pine Forest), *Urochishche Altynovo* (Altynovo Tract), and *Petrovsky Park* (Petrovsky Park).

Keywords: biodiversity, new finds, protected species, rare species, Red Data Book, protected areas, Yaroslavl region.

Об авторах:

РЫБАКОВА Анна Алексеевна – специалист, генеральный директор ООО «Стратегия ЭКО», руководитель проекта «Красная книга Тверской области», 170007, Тверь, Затверецкая наб., 36к1, e-mail: anna-poll@mail.ru.

МИТРОФАНОВА Любава Петровна – специалист ООО «Стратегия ЭКО», 117342, Москва, ул. Бутлерова, д. 17Б, пом. XI, к. 58, e-mail: lyubava-sidorova@mail.ru.

ГАРИН Эдуард Витальевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории высшей водной растительности, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 152742, Ярославская обл., Некоузский район, пос. Борок, e-mail: GarinEV@mail.ru.

ЗИНОВЬЕВ Андрей Валерьевич – доктор биологических наук, проректор по научной и инновационной деятельности, заведующий кафедрой зоологии и физиологии (внутреннее совместительство), ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет, 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Zinovev.AV@tversu.ru.

Рыбакова А.А. Дополнения к материалам Красной книги Ярославской области / А.А. Рыбакова, Л.П. Митрофанова, Э.В. Гарин, А.В. Зиновьев // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 139-154.

Дата поступления рукописи в редакцию: 24.12.24

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ

УДК 58(092) + 574.3
DOI: 10.26456/vtbio405

НЕИСТОВ И УПРЯМ, ГОРИ, ОГОНЬ, ГОРИ (К 90-ЛЕТИЮ ЛЮДМИЛЫ АЛЕКСЕЕВНЫ ЖУКОВОЙ)

А.А. Нотов¹, В.А. Нотов^{2,1}, С.А. Иванова¹, Л.В. Зуева¹

¹Тверской государственный университет, Тверь

²МБОУ СОШ № 3, пос. Редкино

19 февраля 2025 г. исполнилось 90 лет выдающемуся ученому, заслуженному деятелю науки Российской Федерации, доктору биологических наук, профессору Людмиле Алексеевне Жуковой. Она внесла значительный вклад в развитие отечественной биологии и экологии, популяционно-онтогенетического направления. Л.А. Жукова – ведущий специалист в области популяционной ботаники, прекрасный педагог, основатель научной школы, автор фундаментальных работ.

Ключевые слова: юбилей, творческая биография, Людмила Алексеевна Жукова популяционная биология, популяционно-онтогенетический подход.



Для биологии и экологии 2025 год особенный. Он связан с крупными юбилеями многих известных ботаников. 19 февраля 2025 г. исполнилось 90 лет выдающемуся ученому, заслуженному деятелю

науки Российской Федерации, доктору биологических наук, профессору Людмиле Алексеевне Жуковой. Этот юбилей совпадает с 70-летием ее научной деятельности. Людмила Алексеевна стояла у истоков становления популяционно-онтогенетического направления в России и внесла значительный вклад в формирование популяционной биологии растений. Свою жизнь она посвятила развитию идей ее выдающихся учителей – Алексея Александровича Уранова и Татьяны Ивановны Серебряковой – основателей уникальных научных школ.

Людмила Алексеевна – замечательный человек, ученый, педагог, в котором гармонично сочетаются самые лучшие качества. Любая встреча с ней дарит особенную щемящую сердце радость, подобную живому, согревающему душу огню, который остается с тобой надолго. Вспоминается сразу строки «Неистов и упрям, гори, огонь, гори...» из песни Булата Окуджавы, которая Л.А. Жуковой очень нравится. Вероятно, в этих словах для нее есть особенный, глубинный смысл, связанный с девизом семьи Жуковых «А все-таки впереди – огоньки!» (Жукова, 2006). В биографии Людмилы Алексеевны этот девиз сыграл ключевую роль. Потрясающе много ей удалось сделать. Ее жизненный путь достоин написания многотомного романа. К сожалению, в данной статье даже кратко описать все основные ее достижения невозможно.

Родилась Людмила Алексеевна 19 февраля 1935 г. в Москве¹. Жить вместе с родителями – Алексеем Николаевичем и Тамарой Сергеевной Жуковыми – не пришлось. Воспитывали ее бабушка и дед – Екатерина Михайловна и Николай Алексеевич Жуковы (рис. 1). Особая любовь к растениям проявились в раннем детстве. Первое знакомство с ними произошло в Томилино, где были сад, сосновый бор и речка Пехорка. Вместе с дедом она сажала и поливала цветы, с восторгом слушала рассказы бабушки и дедушки о лесе. В три года Людмила уже умела читать, увлекалась стихами. Родные научили ее любить и уважать людей, сопереживать, помогать детям и взрослым.

В шесть лет мирную жизнь нарушила война. Навсегда остались в памяти ужасы этого времени – бомбежки, пожары, холод и голод. Дом в Томилино был сильно поврежден после разрыва фугасных бомб. Пришлось переехать в поселок Полярник около Раменского. Зимой 1941 г. страдали от голода и болезней, чудом удалось выжить. В 1943 г. Л.А. Жукова поступила в 43 женскую школу в районе Старого Арбата (рис. 1). В школе были прекрасные учителя. В трудные военные и послевоенные годы они согревали учеников у железных буржеек, отдавали детям последние кусочки хлеба. С первого класса школьники

¹ Более полные сведения о биографии Л.А. Жуковой даны в других источниках (Жукова, 2006; Жукова..., 2006, 2024; Нотов и др., 2015, 2020).

взяли шефство над госпиталем. Навсегда в памяти остались стоны раненых и кровь на повязках. Наравне с взрослыми дети выносили все тяготы страшного времени. Учителя сделали все, чтобы ученики выросли образованными людьми, достойными своей великой Родины. Особенно благодарна Людмила Алексеевна учителю биологии – Марии Николаевне Микрюковой, которая разрешала ей приходить после уроков в класс, ухаживать за цветами, ставить опыты.



Рис. 1. Детство, школа и учеба в институте:
1 – дедушка Н.А. Жуков, бабушка Е.М. Жукова, папа А.Н. Жуков,
тетушки – Л.Н. Жукова и Н.Н. Жукова (1924 г.);
2 – Л.А. Жукова – ученица 43-й московской школы (1946 г.);
3 – сбор материала для диссертации, 2- и 3-я слева Л.А. Жукова и О.В. Смирнова (1964 г.)

С 7-го класса Л.А. Жукова стала ходить в туристический кружок дворца пионеров, участвовала в походах по Подмоскovie, собирала гербарий. Летом 1951 г. был поход через Южную Украину в

Крым. Школьники увидели заповедник Аскания-Нова, степи Украины, Сиваш, Бахчи-Сарай и Крымский заповедник. Хотя Л.А. Жуковой очень нравилась литература и поэзия, походная жизнь помогла окончательно определить профессию. В 1953 г. Людмила Алексеевна окончила школу с золотой медалью и поступила на факультет естествознания в Московский государственный педагогический институт им. В.И. Ленина.

Студенческие годы сыграли особую роль в раскрытии таланта исследователя и педагога. Лекции читали выдающиеся ученые, среди которых были М.С. Гиляров, Ю.Б. Филиппович, Ф.Н. Правдин, С.П. Наумов, А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. Большое значение имел ботанический кружок, которым руководил Алексей Александрович Уранов. В работе кружка вместе с Л.А. Жуковой активно участвовали и ее сокурсники. Они регулярно делали доклады, выезжали на осенние, зимние и весенние экскурсии. Позднее Л.А. Жукова с небольшой группой студентов-кружковцев стала регулярно посещать в МГУ лекции А.А. Уранова по геоботанике, Т.А. Работнова по луговедению, С.С. Станкова по географии растений, спецкурсы на факультете естествознания МГПИ. Особенно запомнились лекции А.А. Уранова. Их посещали не только биологи, но и математики, физики, историки, литераторы. А.А. Уранов покорял любого слушателя удивительным артистизмом, потрясающей глубиной, эмоциональностью, красотой мыслей и идей. Он искренне восхищался гармонией природы, красотой и глубиной ее организации, учил радоваться каждому открытию. Эти ценности стали для Людмилы Алексеевны путеводной звездой в ее научном и педагогическом творчестве. Очень многое дали полевые практики в пос. Вербилки и Павловской Слободе Московской области. Первые открытия Л.А. Жукова сделала на этих практиках. В 1955 г. она обнаружила новый для Приокско-Террасного заповедника вид – *Orchis ustulata* L. (MW0296858), чем очень удивила знаменитого флориста П.А. Смирнова, приезжавшего в период практики студентов. В 1956 г. Л.А. Жукова собрала в Дарвиновском заповеднике материал для курсовой работы о белоусе торчащем (*Nardus stricta* L.). О нем написана первая статья (1959). В 1957 г. начались исследования на станции пойменного луговодства в Дединово (рис. 1), где Людмила Алексеевна общалась с профессором Т.А. Работновым.

Первым научным руководителем Л.А. Жуковой в МГПИ стала профессор Т.И. Серебрякова. Они были очень близки по духу и в научном творчестве, и в поэтическом восприятии природы. Наблюдая за ростом ученицы, Т.И. Серебрякова почувствовала, что структурной ботаники будет недостаточно для раскрытия ее исследовательского таланта. Л.А. Жукову привлекала популяционная жизнь растений, которая была тогда еще малопонятной для ботаников, и ее вторым научным руководителем стал Алексей Александрович Уранов. Его идеи об онтогенезе, фитогенных полях, сопряженности ценопопуляций

в фитоценозах, волновая теория развития ценопопуляций заложили уникальный фундамент, определивший судьбу Л.А. Жуковой.

В 1958 г. Л.А. Жукова закончила с отличием МПГИ и была оставлена на кафедре ботаники. Продолжены исследования щучки в Дединове. Одновременно начался насыщенный и богатый по своей географии период экспедиций и поездок, который помог сформировать очень широкий ботанический кругозор. Она работала в Батумском, Тбилисском и Никитском ботанических садах, собирала гербарий для кафедры, изучала растительность субтропиков.

Научная жизнь кафедры была очень многоплановой. Регулярно проводились научные семинары. В 1964 г. открылась проблемная биологическая лаборатория (ПБЛ). Ее ботанический отдел возглавил профессор А.А. Уранов. Началось активное изучение онтогенеза и структуры популяций растений. Защитили кандидатские диссертации Н.И. Шорина, Л.Б. Заугольнова, О.В. Смирнова, Е.И. Курченко, Л.И. Воронцова, Н.И. Белянина, Л.М. Шафранова, Л.Е. Гацук и другие аспиранты А.А. Уранова и И.Г. Серебрякова. Людмила Алексеевна под руководством А.А. Уранова исследовала популяции щучки дернистой (Жукова, 1967). Защита состоялась в марте 1967 г. Ее диссертация стала одной из первых работ, в которых детально описана сложная динамика популяций дерновинных травянистых растений.

После защиты диссертации начался период дальних выездных практик и экспедиций. Сложно полностью перечислить все походы, в которых побывала Людмила Алексеевна. Их было более 70 (рис. 1, 3). Среди них поездка на Соловецкие острова с тяжелыми переходами по 30 км в день, сушкой гербария над костром. Были экспедиции в Закарпатье, Архангельск, Холмогоры, на Северную Двину, в Карелию, Мурманскую область. Л.А. Жукова проводила практики в заповеднике «Кивач», в Кандалакше, Кижях, Заонежье, на Байкале. В этих регионах был собран уникальный по объему разноплановый материал.

В 1974 г. кафедра ботаники и проблемная лаборатория МПГИ осиротели. Скончался А.А. Уранов. Заведовать кафедрой стала Т.И. Серебрякова. Несмотря на тяжелую для всех потерю, Урановская школа была очень достойно представлена в 1975 г. на XII Международном Ботаническом конгрессе, проходившем в Ленинграде. В Таврическом дворце проведен популяционный семинар (рис. 2), в котором участвовала Л.А. Жукова. Делегатам конгресса была продемонстрирована методика выделения онтогенетических состояний. По инициативе доктора Дж. Уайта создано международное общество популяционной биологии. Урановская школа продолжала очень продуктивно работать. В 1970–1980-е гг. опубликовано 5 монографий о ценопопуляциях растений (1976, 1977, 1987, 1985, 1988), 3 выпуска «Диагнозов и ключей возрастных состояний растений» (1980–1983), 2 методических пособия по анализу ценопопуляций и консорций (1986, 1987) и коллективная монография

«The population structure of vegetation» (1985). Во всех этих изданиях участвовала Л.А. Жукова. Благодаря ее работе с А.С. Комаровым создано новое направление, связанное с моделированием динамики популяций.

Сфера научных интересов Л.А. Жуковой быстро расширялась. Она активно изучала популяции растений разных жизненных форм. В многочисленных поездках и экспедициях собран колоссальный объем материалов, которые обобщены в докторской диссертации «Динамика ценопопуляций луговых растений» (1987), блестяще защищенной в 1988 г. Эта работа объемом 667 страниц была новаторской по своей широте и глубине. В ней Людмила Алексеевна раскрыла различные аспекты популяционной жизни луговых растений, заложила основу для концепции поливариантности онтогенеза.

Учебно-методическая деятельность Л.А. Жуковой в МГПИ также была очень разноплановой (рис. 4). Она читала курсы лекций по морфологии и анатомии растений, систематике низших и высших растений, географии растений, фитоценологии, популяционной экологии, лекции для преподавателей пединституты СССР на ФПК. Лекции отличались логической завершенностью и четкостью, высоким профессионализмом. Людмила Алексеевна руководила также луговой группой Проблемной биологической лаборатории, которая активно сотрудничала с различными научными учреждениями. Совместно с коллегами она организовывала семинары и конференции, выступала с докладами на Международных и Всесоюзных конференциях.

К концу 1980 гг. Людмила Алексеевна стала одним из ведущих специалистов в области популяционной экологии, педагогом высокого уровня. Она достойно продолжала дело своих учителей и отдавала все силы развитию популяционно-онтогенетического подхода, мечтала о появлении новых творческих коллективов, которые будут развивать традиции Урановской школы. В этом она видела выполнение своего профессионального и нравственного долга.

Л.А. Жукова не боялась ставить невыполнимые по масштабам и сложности задачи. Неожиданно для всех в 1989 г. она приняла приглашение ректора Марийского университета профессора В.П. Ившина, и в 1990 г. стала заведовать кафедрой ботаники, экологии и физиологии растений МарГУ. Более четверти века своей жизни она посвятила развитию этого университета. Безусловно, это был подвиг во имя любимого дела. Надо обладать большим мужеством, чтобы решиться в 55 лет поехать в другую республику, с нуля начать создание кафедры, научной школы. Но мечта о новом популяционно-онтогенетическом центре и желание сделать все возможное для продолжения дела своих учителей оказались сильнее, чем понимание степени риска. Этот период был для Л.А. Жуковой крайне сложным, но невероятно продуктивным. Он стал успешным благодаря помощи и поддержке ее мужа Льва Александровича Исаева (1921–2006) (рис. 5).



Рис. 2. Участники популяционного семинара в Таврическом дворце (1975 г.):
в первом ряду крайний слева – доктор Дж. Уайт, вторая справа – Л.А. Жукова



Рис. 3. Экспедиции и полевые практики Л.А. Жуковой:
Соловецкие острова (1967 г.), Карелия (1981 г.), Байкал (1982 г.)



Рис. 4. Л.А. Жукова с московскими коллегами:
слева направо А.М. Былова, Т.И. Серебрякова, И.В. Плотникова, С.П. Шаталова



Рис. 5. Л.А. Жукова в Марийском государственном университете (1990–2015 гг.):
кафедра ботаники, экологии и физиологии растений на юбилее Л.И. Шабалина (1995 г.);
делегация преподавателей биолого-химического факультета МарГУ в Швеции (1997 г.);
Л.А. Жукова вместе с мужем Л.А. Исаевым;
с ректором МарГУ на вечере, посвященном ее 80-летнему юбилею (2015 г.)

В Йошкар-Оле началась новая жизнь. Л.А. Жукова привезла всю свою научную библиотеку, уникальную гербарную коллекцию, которая стала основой для единственного в мире онтогенетического гербария. На кафедре она создала атмосферу взаимопонимания и сотрудничества, принимала очень близкое участие в жизни коллег и студентов, была в центре всех проблем нового города и республики. Все задачи были новаторскими, грандиозными. Они требовали полной самоотдачи и исключительной целеустремленности. Реализована оригинальная рейтинговая система, развивающая творческий потенциал, опубликованы авторские учебно-методические пособия и материалы. В 1991 г. открыта аспирантура. Под руководством Л.А. Жуковой стали защищаться диссертации. Исследования были весьма разноплановыми и способствовали появлению новых направлений популяционной биологии. Впервые подход к периодизации онтогенеза растений применен к развитию лишайников (Суетина и др., 1997), а экологические аспекты поливариантности связаны с физиологией (Воскресенская, 2009). Началось масштабное изучение онтогенезов растений разных жизненных форм. Издаются «Онтогенетические атласы...» (1997–2013), которые до сих пор не имеют аналогов в мировой науке. Регулярно организуются научные конференции и семинары. В их числе три Всероссийских популяционных семинара, шесть Всероссийских и с международным участием конференций «Принципы и способы сохранения биоразнообразия».

Л.А. Жукова стала руководителем 25 грантов, финансируемых Министерством образования РФ, Главным Советом по биологии при Комитете по высшей школе, Госкомвузом РФ, РФФИ (14 грантов) (Научный..., 1972–2025). Один грант был международным. Все это существенно укрепило позиции кафедры, помогло создать уникальный Онтогенетический гербарий и Популяционно-онтогенетический музей. В их фондах сейчас более 6300 гербарных листов и 350 рисунков.

Благодаря титанической работе Людмилы Алексеевны МарГУ стал одним из ведущих научных центров популяционной биологии растений. На его базе проводились стажировки научных сотрудников и преподавателей. Л.А. Жукова была членом разных диссертационных советов. Под ее руководством выполнено и защищено 3 докторских и 21 кандидатская диссертация, подготовлено 3 доктора и 15 кандидатов биологических наук для Республики Марий Эл, 10 из них в настоящее время работают в МарГУ. Популяционно-онтогенетическая школа профессора Л.А. Жуковой зарегистрирована в Российской академии наук. Людмила Алексеевна стала академиком Нью-Йоркской академии наук и МАНЭБ, была Соросовским и государственным научным стипендиатом РАН, награждена Почетной грамотой Министерства Просвещения СССР и ЦК профсоюзов, нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования». В 2003 г. ей

присуждено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», а в 2005 – звание «Почетный профессор МарГУ». В 2015 г. Л.А. Жукова получила благодарностью президента Республики Марий Эл. Четверть века своей жизни она посвятила этой республике и МарГУ.

В честь 80-летнего юбилея Л.А. Жуковой и 25-летия развития популяционно-онтогенетического направления в МарГУ проведена очень масштабная VI конференция «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (рис. 5). Эта конференция и грандиозные результаты деятельности Людмилы Алексеевны в науке и образовании потрясли многих (Леонидов, 2015; Нотов и др., 2015, 2020). Фантастическое для одного человека число научных публикаций, учеников, докладов, идей, новая научная школа, перечислить все просто невозможно. Редко кому удастся совершить даже сотую долю этого. Более того, общаясь с энергичной и одухотворенной Людмилой Алексеевной почти никто не осознавал, какой великой ценой были достигнуты ее победы, и как ей удавалось всегда делать невозможное. Проблемы со здоровьем были у нее уже в детстве, но после многолетнего запредельного ритма жизни и работы справляться с болезнями стало крайне сложно. И каждый раз было совершенно непонятно, где искать силы и что делать. Вероятно, многие на ее месте остановились бы гораздо раньше этого рубежа, чтобы сберечь себя от большой беды. Но, к сожалению, для Людмилы Алексеевны это было невозможно. Она не может жить без науки, без общения с коллегами и друзьями, без работы, не отдавая всю себя этому без остатка. Выбор «главного» в одном из любимых ею мудрых изречений «главное должно оставаться главным» всегда происходил в пользу науки и творческой работы. По-другому для нее быть не может – так она организована. Вероятно, в этом секрет ее вечного двигателя, который не останавливался, даже если все силы полностью истощены.

Путь к 85-летию оказался крайне сложным. Несмотря на тяжелые эмоциональные потрясения и болезни, первые три его года были до предела насыщены работой. Можно только удивляться тому насколько глубоко Людмила Алексеевна понимала стратегию развития популяционно-онтогенетического направления. Она четко видела все шаги этого тяжелого пути в контексте проблем быстро меняющегося образования, науки и социокультурной среды. Как никто другой она осознавала особую роль традиций, сохранения памяти об основателях этого уникального направления, значимость создания новых центров, популяризации материалов об онтогенезе растений и их популяциях, важность регулярного общения ученых, разработки перспективных подходов и концепций, способствующих интеграции разных научных дисциплин. И для каждого такого шага был продуман грандиозный план, который Людмила Алексеевна была готова реализовать с полной самоотдачей и одержимостью. Сейчас сложно даже часть ключевых пунктов этих планов перечислить. В них было издание обзоров об

основателях отечественных научных школ, сборника стихотворений Т.И. Серебряковой, справочника о популяционно-онтогенетическом направлении, создание сайта, обзорные доклады на конференциях, монография о поливариантности, публикации о новых концепциях и подходах, в числе которых общая концепция онтогенеза и модели сопряженного анализа. Крайне досадно, что в распоряжении Людмилы Алексеевны не было крупного института или научной лаборатории с популяционными биологами и учеными разного профиля, способными реализовать все ее проекты. Вероятно, в этом случае популяционно-онтогенетическое направление стало бы еще более фундаментальным, а связанные с ним прикладные задачи решались бы на качественно ином уровне, и, что не менее важно, преемственность поколений исследователей обеспечивала бы гармоничное развитие всех научных центров и школ этого профиля. Однако Людмила Алексеевна и сама в очередной раз смогла сделать практически невозможное. По каждому из отмеченных направлений ею получены потрясающие результаты. Преклоняемся перед ее преданностью науке, целеустремленностью, самоотверженностью и мужеством. Осуществление всего задуманного проводилось трепетно, с глубоким уважением к традициям научной школы, признательностью к своим учителям и с большой любовью.

В 2015–2017 гг. вопреки всем запретам врачей она представила великолепные доклады на многих конференциях в разных городах. В их числе Йошкар-Ола (2015), Санкт-Петербург (2015), Киров (2017), Тверь (2017), Пущино (2016, 2017) (рис. 6). Одним выступлением ее участие никогда не ограничивалась (Нотов и др., 2015, 2020). Она всегда делала несколько докладов, организовывала обсуждение на круглых столах, общение с коллегами, консультации и многое другое. Это придавало особую емкость, глубину и яркую эмоциональную окраску каждому мероприятию. Мы сердечно благодарим Людмилу Алексеевну за участие в международной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники ТвГУ (Тверь, 2017 г.). Ее плодотворное сотрудничество с нашим университетом началось еще в 2012 г., когда Л.А. Жукова приезжала на конференцию в честь 95-летнего юбилея кафедры ботаники (Нотов и др., 2015, 2020). В 2017 г. Людмила Алексеевна была в оргкомитете конференции и принимала активное участие в ее подготовке, разработке программы. На всех этапах мы ощущали поддержку и помощь. Л.А. Жукова оформила прекрасную фотовыставку Л.А. Исаева, подарившую всем сильный эмоциональный заряд. Ее великолепный пленарный доклад (рис. 6), демонстрация презентации о Т.И. Серебряковой, активная работа на всех заседаниях помогли создать атмосферу свободного и искреннего общения (Нотов и др., 2020). С большим трепетом мы сохраняем сейчас оригинальный подарок Людмилы Алексеевны – столетник-алоэ, воплотивший ее прекрасную идею о 100-летнем юбилее нашей кафедры.



Рис. 6. На международных конференциях в 2015–2017 гг.:
V геоботаническая школа-конференция (Санкт-Петербург, 2015 г.);
конференция, посвященная 100-летию кафедры ботаники ТвГУ (Тверь, 2017 г.)

Выдающимся достижением является обобщение материалов о развитии популяционно-онтогенетического направления в России и ближнем зарубежье. Завершены и изданы два справочных издания, уникальные по содержанию и детальности. В первом представлены все сведения об основателях отечественных научных школ – А.А. Уранове, Т.А. Работнове, И.Г. Серебрякове, Т.И. Серебряковой (Жукова и др., 2015б). Во втором издании, объемом более 400 страниц, упорядочена информация о специалистах и центрах популяционной экологии, популяционно-онтогенетическом музее Марийского государственного университета (Популяционно-онтогенетическое..., 2018). Эти работы гармонично дополняют прекрасные статьи и материалы, посвященные учителям, друзьям и коллегам Л.А. Жуковой (см. Нотов и др., 2020). Написаны они очень живо, искренне, с почтением и большой любовью, позволяют в полной мере оценить научный вклад, ощутить специфику внутреннего мира, осмыслить этапы творческой биографии.

Особую признательность мы выражаем Людмиле Алексеевне за публикацию сборника стихотворений Т.И. Серебряковой «Оранжевые блики» (Жукова, 2017б, в). Благодаря этому все будущие поколения ботаников смогут почувствовать удивительно тонкую организацию внутреннего мира Татьяны Ивановны. И еще один бесценный подарок сделала нам Людмила Алексеевна. Преодолев излишнюю скромность и строгость в оценке своего поэтического творчества, она наконец-то решилась опубликовать сборник своих стихотворений (Жукова, 2017а). Теперь эти очень искренние и проникновенные стихи доступны всем, кому интересен ее глубокий и тонкий внутренний мир (Жукова, 2023а).

В 2015–2017 гг. Людмила Алексеевна продолжала разработку сайта «Популяционная экология», для которого она подготовила много разноплановых материалов. Часть их была уже размещена в интернете. Много сил отдавала Людмила Алексеевна популяризации информации о популяционно-онтогенетическом музее и гербарии, экологических шкалах (Жукова и др., 2017; Турмухаметова и др., 2018; Дорогова и др., 2019; Жукова, Нотов В., 2019). 2017 год был также продуктивным на публикации (см. Нотов и др., 2020 и список в конце статьи). В связи с работой над монографией о поливариантности особое внимание Людмила Алексеевна уделяла анализу различных аспектов данной концепции (Жукова, Нотов, 2017а–г, 2018; Нотов, Жукова, 2017). В 2018 году все силы сконцентрированы на подготовке справочного издания (Популяционно-онтогенетическое..., 2018), а также статьи об организации биоценозов с позиции представлений о поливариантности развития (Жукова, Нотов, 2018).

Невозможно понять, как Людмиле Алексеевне удалось за эти три–четыре года решить одновременно столько масштабных задач. К сожалению, конец 2018 года оказался ужасным. Резерв прочности ее организма был полностью исчерпан. Начался крайне тяжелый период

борьбы с разрушающими болезнями, который потребовал от Л.А. Жуковой невероятного мужества и терпения. В феврале 2019 года она после падения получила сложный перелом руки, а спустя некоторое время полностью потеряла возможность ходить. Проблемы росли как снежный ком. Всем уже казалось, что ее возвращение к научному творчеству невозможно. Однако искорки страстного ученого способны зажигать ее потрясающий жизненный огонь даже в полной темноте. Разговоры о науке с близкими друзьями могут делать чудеса. Глаза Людмилы Алексеевны вдруг загораются удивительным светом, и появляется ее чарующая лучезарная улыбка (рис. 7, 8). Только она может так улыбаться, вдохновляя этим всех окружающих. Мгновенно рождаются новые идеи, планы, комментарии о корректности выводов.

Реально ли это вернуть в сложившейся ситуации и продолжить работу? Особенно хотелось возобновить анализ проблем, связанных с концепцией поливариантности, которые предполагалось рассмотреть в запланированной ранее монографии. Только в мае 2019 года стало возможным начать обсуждение дискуссионных тем. Хотя Л.А. Жукова прежде не занималась вопросами эволюционной морфологии, они сразу пробудили у нее живой интерес. Найденные связи разных типов поливариантности с представлениями Т.И. Серебряковой о системе корреляций и модусах структурной эволюции вызвали искреннее восхищение. Особенно отрадно для Л.А. Жуковой было осознание того, что найдена новая область знаний, развитию которой может способствовать концепция поливариантности онтогенеза. Большим счастьем было обсуждение с Людмилой Алексеевной планируемых презентаций и публикаций (Нотов, Жукова, 2019а, б; Notov, Zhukova, 2019). Светлым праздником стал для нее рассказ о совместном докладе в Палеонтологическом институте РАН (Нотов, Жукова, 2019б). Она всегда испытывала огромный восторг от выявления новой «точки роста», которая может способствовать развитию и интеграции разных научных областей. Особенно радовало Л.А. Жукову начало ее «роста».

Другая тема на этапе возвращения Людмилы Алексеевны к научному творчеству была связана с проблемой сопряженного анализа онтогенеза дерева и динамики эпифитного мохово-лишайникового покрова (Жукова, Нотов, 2020; Нотов, Жукова, 2020). Она продолжала исследования, выполненные ранее на примере сосны (Жукова и др., 2013; Notov, Zhukova, 2015). Людмилу Алексеевну очень вдохновил рассказ о нашем совместном докладе на конференции в Белгороде. Она высоко ценила публичное представление результатов, и понимала, что потеря способности ходить сделала ее очное участие недоступным.

Общий итог творческого пути Л.А. Жуковой от 80-летнего юбилея к 85-летию дал потрясающие результаты. За эти 5 лет издано около полусотни работ (Нотов и др., 2025). Среди них два объемных справочных издания, учебное пособие, 7 очень важных в

методическом отношении статей, три из которых на английском языке (Жукова и др., 2015а, б; Notov, Zhukova, 2015, 2019; Жукова, Зубкова, 2016; Dorogova et al., 2016; Жукова, Нотов, 2018; Популяционно-онтогенетическое..., 2018; Нотов, Жукова, 2019а и др.). Подготовлены материалы для 15 конференций, на 5 из которых были очные пленарные доклады Л.А. Жуковой (рис. 6). Каждая публикация весома, охвачен широкий спектр проблем и тем, важных для развития популяционно-онтогенетического направления, биологии и экологии в целом.

Время бежит неумолимо, делая испытания более суровыми. К сожалению, в преддверии 90-летнего юбилея самочувствие Людмилы Алексеевны начало ухудшаться. Стало тяжело сидеть в инвалидном кресле. Доступное пространство сузилось до одной комнаты. Тем не менее, оно включало самую важную часть ее научной библиотеки, многочисленные подарки и сувениры от друзей. Особым светом эта комната наполнялось в дни, когда приезжали друзья. Это позволяло Л.А. Жуковой находить силы даже тогда, когда страдания оказывались невыносимыми. Возникло тревожное чувство, что о научной работе ее теперь уже нельзя и мечтать. Однако опять мы убедились, что никакие обстоятельства не могут погасить в ней огонь исследователя (рис. 7, 8).

В 2022 г. Л.А. Жукова вновь поразила нас глубиной понимания научных проблем, широтой кругозора и безграничной преданностью популяционно-онтогенетическому взгляду на мир. Яркое впечатление оставил каждый рабочий момент (рис. 7, 8). Так отрадно было видеть ее оживление при обсуждении материалов презентаций и рукописей о проблеме создания общей концепции онтогенеза (Нотов, Жукова, 2022а, 2024а). Идея о необходимости формирования единого подхода к пониманию онтогенеза и принципов его изучения в разных группах организмов волновала Л.А. Жукову давно. Ее новые комментарии об этом были проникновенные и эмоциональные. Это помогло решить все вопросы по совместному докладу для конференции в честь 100-летия Т.И. Серебряковой. Людмила Алексеевна с восторгом отнеслась и к осмыслению роли представлений о поливариантности в эволюционной биологии. Корректировка таблиц и схем для докладов и публикаций по этой теме (Жукова, Нотов, 2023, 2024, 2025б; Zhukova, Notov, 2025) сразу оживляла ее воспоминания о счастливом времени общения и работы с Т.И. Серебряковой. Особенно радовала Людмилу Алексеевну возможность дальнейшего развития идей Татьяны Ивановны на основе концепции поливариантности онтогенеза.

Л.А. Жукова всегда особенно остро осознавала необходимость интеграции в науке. Это позволяло точно оценивать значимость новых идей, подходов, находить связи между разными областями знаний, выявлять направления исследований, которые могут способствовать развитию биологии и экологии в целом.



Рис. 7. Общение с природой и научное творчество в 2024–2025 гг.:
1) встречи с грибами и растениями (5.05.2024 г. и 27.07.2024 г.);
2) работа со статьёй (2.01.2025 г. и 8.02.2025 г.), фото В.А. Нотова



Рис. 8. Общение с друзьями:

- 1) обсуждение статьи (2.01.2025 г.); 2) разговор по телефону (8.02.2025 г.);
- 3) поздравление с 90-летним юбилеем (22.02.2025 г.); фото В.А. Нотова

Такая исключительная интуиция помогала Людмиле Алексеевне видеть стратегию новых обобщений по проблемам, которые давно ее интересовали, и обращать внимание на то, что для нее незнакомо, но может содействовать прогрессу фундаментальной науки. Неожиданным образом это проявилось при обсуждении планируемых публикаций и докладов в 2023–2025 гг. Хотя осознание обусловленности специфики популяционной жизни сосудистых растений особенностями модульной организации началось давно (Заугольнова и др., 1988), многие аспекты модульных организмов не были предметом исследований Людмилы Алексеевны. Только сейчас общие черты данного типа организации привлекли ее внимание. Светлым озарением явилось понимание роли

концепции модульной организации в развитии основ популяционной биологии, эволюционной морфологии, биоценологии. Живой отклик у Людмилы Алексеевны вызвали многократные обсуждения материалов для публикаций и докладов, в которых рассматривались связи с этими дисциплинами (Notov, Zhukova, 2022; Жукова, Нотов, 2023а, б, 2024, 2025б; Zhukova, Notov, 2025; Нотов, Жукова, 2023а, 2025в). С восторгом она переживала каждый шаг сложного пути выявления парадоксальных вариантов онтогенеза модульных организмов (Нотов, Жукова, 2023б). Яркую эмоциональную реакцию вызвали у Л.А. Жуковой (рис. 7, 8) соображения о роли ценозоформирующей активности онтогенеза и популяционной жизни модульных организмов в динамике биоценозов (Нотов, Жукова, 2023в, 2024б). Завершать задуманное очень помогало трепетное волнение Людмилы Алексеевны. Ее удивление неизученной еще многогранностью полемохории и сопряженных с ней феноменов привело нас к анализу новых для популяционной биологии проблем (Жукова, Нотов, 2025; Нотов, Жукова, 2025а).

Удивительная проникновенность и искренность в восприятии научных идей и соображений подобны животворящему огню, который помогает создать что-то новое, необычное. Совершенно непонятно, как это все происходит, но огонь Людмилы Алексеевны всегда работает и способствует завершению, казалось бы, нереальных планов. Особую радость вызывают у нее парадоксальные явления и феномены. В эти минуты в ее глазах загораются волшебные огоньки. Все это позволяет получить итоговые результаты даже в случаях, когда в начале и в ходе работы нет никакой уверенности, что удастся найти и сформулировать связи и зависимости, которые явно не ощущаются.

Великое счастье, что судьба дала нам возможность работать и общаться с Людмилой Алексеевной. Осознавая это, понимаешь, что она в полной мере воплощает образ человека-легенды. Ее творческий путь – это целая эпоха в развитии науки, образовании, весьма замечательная и значимая. Ее уникальный внутренний мир необъятен, многогранен и прекрасен. О ней следует писать романы, статьи, делать репортажи. И практически невозможно отметить основные, самые важные события и достижения. Биография Л.А. Жуковой связана со всеми этапами формирования популяционно-онтогенетического подхода в России и включает очень много всего выдающегося. География ее экспедиций (рис. 3) и результаты исследований практически необозримы, а число студентов, аспирантов, ученых, которые учились у Л.А. Жуковой, сосчитать невозможно. Основные этапы своей биографии Людмила Алексеевна описала в прекрасном очерке «Мир принадлежит оптимистам...» (Жукова, 2006). Он позволяет понять глубину ее внутреннего мира, его тонкую организацию, жизненные принципы и ценности.

Вклад Л.А. Жуковой в науку грандиозен. Она автор более 500

работ, среди которых более 20 авторских и коллективных монографий и 25 учебно-методических и справочных изданий. В них представлены оригинальные фактические материалы, подходы, идеи, научные концепции. Л.А. Жуковой и ее учениками детально описано более 60 онтогенезов растений разных жизненных форм. Среди них не только сосудистые растения, но и лишайники (Суетина и др., 1997).

Особое значение имеет предложенная Л.А. Жуковой концепция поливариантности онтогенеза (Жукова, 1995; Нотов, Жукова, 2013, 2019а и др.). Она стала базой для представлений о поливариантности развития биосистем разного уровня (включая организмы, популяции, сообщества) (Поливариантность..., 2006; Жукова, Нотов, 2017а, б, 2018). Их детальная разработка – перспективная задача будущих исследований. В настоящее время формируется интерес к анализу поливариантности онтогенеза с позиции генетики развития (Ежова, 2021) и эволюционной морфологии (Нотов, Жукова, 2019а, б, 2025б; Жукова, Нотов, 2023, 2024; Zhukova, Notov, 2025 и др.). Актуально ее использование для моделирования динамики ценопопуляций и в биоморфологии (Жукова и др., 2015а; Жукова, Нотов, 2017в; Логофет, Уланова, 2021; Зубкова и др., 2022).

Людмила Алексеевна внесла весомый вклад в разработку многих теоретических проблем биологии и фитоценологии. Среди них систематизация разнообразия циклов воспроизведения растений и грибов, классификация типов онтогенеза семенных растений и ценопопуляций, теория сопряженности и концепция фитогенных полей (Жукова, 1967, 1983, 1987, 1995, 2012). Подходы к изучению ценопопуляций дополнены новыми оригинальными методиками, позволяющими оценивать уровень жизненности, сопряженность, процессы самоподдержания численности, перспективы развития ценопопуляций, структуру фитогенных полей (Жукова, 1995, 2012; Жукова и др., 2006; Жукова, Зубкова, 2017).

В своих работах и докладах Людмила Алексеевна неоднократно подчеркивала значимость проблемы сопряженного анализа разных компонентов экосистем (Жукова, Нотов, 2020; Нотов, Жукова, 2022б). Она стала инициатором исследований, посвященных комплексному изучению онтогенеза дерева и этапов формирования консорции (Notov, Zhukova, 2015; Жукова, Нотов, 2022; Нотов, Жукова, 2022б), которые важны для выявления динамики криптогамных синузий (Тарасова, 2017).

Людмила Алексеевна совместно со своими коллегами провела большую работу по уточнению параметров в экологических шкалах Д.Н. Цыганова и подходов к использованию диапазонных шкал (Экологические..., 2010). Обоснованы понятия экологической валентности и толерантности, методики анализа экологического разнообразия для разных задач фитоценологии, флористики, проблем сохранения биоразнообразия (Dobogova et al., 2016; Жукова и др., 2017; Турмухаметова и др., 2018, 2021; Дорогова и др., 2019).

Материалы многолетних полевых исследований Л.А. Жуковой стали основой для электронных баз геоботанических описаний

луговых и лесных фитоценозов. Эти базы были использованы при организации экологического мониторинга в национальном парке «Марий Чодра» и в государственном заповеднике «Большая Кокшага».

Общая информация о тематике последних работ представлена в данной статье. Часть интересующих Л.А. Жукову проблем уже вышла за рамки популяционно-онтогенетического подхода. Они важны для экологии и биологии в целом. Это «точки роста» новых направлений.

Отрадно отметить, что идеи и материалы, представленные в работах Людмилы Алексеевны, востребованы и активно используются учеными, изучающими онтогенезы растений, а также специалистами в области популяционной биологии (см. Жукова..., 2000–2025). Широко применяются предложенные ею подходы к работе с амплитудными шкалами (Экологические..., 2010; Dorogova et al., 2016). Привлекают внимание и проблемы, связанные с систематизацией разнообразия жизненных циклов (Notov, 2018), анализом этапов формирования эпифитного мохово-лишайникового покрова деревьев (Тарасова, 2017). С позиции представлений о поливариантности онтогенеза проводятся сейчас исследования по генетике развития растений (Ежова, 2021). Продолжается дальнейшее выяснение структуры фитогенных полей (Черняева, Викторov, 2016). Усиливается интерес к оценке активности организмов и ее роли в эволюции биосистем (Савинов, 2024). Приводя эти комментарии и общие сведения о тематике трудов Л.А. Жуковой, мы в очередной раз подчеркиваем, что это лишь отдельные штрихи того, что было сделано и прочувствовано Людмилой Алексеевной за 70 лет ее научных исследований.

Для нас Людмила Алексеевна неиссякаемый источник новых идей и оптимизма. Наша сердечная благодарность за ее творческий «огонь», ведущий всегда к удивительным открытиям и обобщениям. Пусть же этот «неистовый и упрямый огонь...» зажигает и в нас искры, которые будут гореть, излучать свет и указывать путь к новому, важному и пока непонятому. Тогда наука будет жить вечно, и давать неординарные результаты.

Мы искренне желаем Людмиле Алексеевне доброго здоровья, сил, мужества, творческой озаренности и благополучия во всем!

Список некоторых избранных трудов Л.А. Жуковой ²

- Жукова Л.А. 1967. Изменение возрастного состава популяций луговика дернистого на Окских лугах: дис. ... канд. биол. наук. М. 455 с
- Gatzuk L.E., Smirnova O.V., Vorontzova L.I., Zaugolnova L.B., Zhukova L.A. 1980. Age states of plants of various growth forms a review // J. Ecol. V. 68. № 2. P. 675-696.

² Списки работ, опубликованных до 2017 г., есть в других источниках (Жукова..., 2000–2025, 2006, 2011–2025; Нотов и др., 2015, 2020). В данной статье приведен полный список трудов 2017–2025 гг.

- Жукова Л.А. 1983. Онтогенезы и циклы воспроизведения растений // Журн. общ. биологии. Т. 44. № 3. С. 361-374.
- Жукова Л.А. 1987. Динамика ценопопуляций луговых растений: дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск. Т. 1. С. 1-461. Т. 2. С. 462-667 с.
- Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Шорина Н.И. 1988. Основные закономерности популяционной жизни растений // Популяционные проблемы в биогеоценологии (VI чтения памяти В.Н. Сукачева). М.: Наука. С. 24-59.
- Жукова Л.А., Комаров А.С. 1990. Поливариантность онтогенеза и динамика ценопопуляций растений // Журн. общ. биологии. Т. 51. № 4. С. 450-461.
- Жукова Л.А. 1995. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: Ланар. 244 с.
- Онтогенетический атлас лекарственных растений 1997–2004 / отв. ред. Л.А. Жукова. Йошкар-Ола: МарГУ. Т. 1. 239 с. Т. 2. 2000. 267 с. Т. 3. 2002. 279 с. Т. 4. 2004. 239 с.
- Онтогенетический атлас растений 2007–2013 / отв. ред. Л.А. Жукова. Т. 5–7. Йошкар-Ола: МарГУ. Т. 5. 2007. 240 с. Т. 6. 2011. 336 с. Т. 7. 2013. 362 с.
- Суетина Ю.Г., Жукова Л.А., Санникова Н.А. 1997. Онтогенез ксантории настенной (*Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Т. 1. Йошкар-Ола: МарГУ. С. 210-214.
- Жукова Л.А. 2001. Многообразие путей онтогенеза в популяциях растений // Экология. № 3. С. 169-176.
- Жукова Л.А., Глотов Н.В. 2001. Морфологическая поливариантность онтогенеза в природных популяциях растений // Онтогенез. № 6. С. 455-461.
- Жукова Л.А., Ведерникова О.П. 2005. Современные концепции популяционной экологии // Регионология. S. 6. С.200-210.
- Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ 2006 / отв. ред. Л.А. Жукова. Йошкар-Ола: МарГУ. 326 с.
- Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений 2010 / Л.А. Жукова и др.; общ. ред. Л.А. Жукова. Йошкар-Ола: МарГУ. 368 с.
- Жукова Л.А. 2012. Концепция фитогенных полей и современные аспекты их изучения // Изв. Самар. науч. центра РАН. Т. 14. №1(6). С. 1462-1465.
- Жукова Л.А., Нотов А.А., Турмухаметова Н.В., Тетерин И.С. 2013. Онтогенез сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Онтогенетический атлас растений. Т. VII. Йошкар-Ола: МарГУ. С. 26-65.
- Жукова Л.А., Полянская Т.А. 2013. О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 32. С. 160-171.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2013. О роли популяционно-онтогенетического подхода в развитии современной биологии и экологии // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 32. № 31. С. 293-330.
- Жукова Л.А., Ведерникова О.П., Быченко Т.М., Османова Г.О. 2015а. Лекарственные растения. Разнообразие жизненных форм: учеб. пособие для студентов и школьников. Йошкар-Ола: МарГУ. 167с.
- Жукова Л.А., Шафранова Л.М., Олимпченко В.Г., Зубкова Е.В. 2015б. Выдающиеся популяционные экологи и биоморфологи – А.А. Уранов, Т.А. Работнов, И.Г. Серебряков, Т.И. Серебрякова: CD-ROM–диск. Йошкар-Ола.
- Notov A.A., Zhukova L.A. 2015. Epiphytic lichens and bryophytes at different ontogenetic stages of *Pinus sylvestris* // Wulfenia. V. 22. P. 245-260.
- Жукова Л.А., Зубкова Е.В. 2016. Демографический подход, принципы выделения онтогенетических состояний и жизнестойкости, поливариантность развития растений // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4. С. 169-183.

Dorogova Y.A., Zhukova L.A., Turmuhametova N.V., Polyanskaya T.A., Notov A.A., Dementyeva S.M. 2016. Methods of analysis of environmental diversity of plants // *Biology and Medicine*. V. 8. Iss. 7. Art. 354. P. 1-8.

Публикации 2017–2025 гг.

- Жукова Л.А. 2017а. Подари мне, солнышко, ласки и тепла: Стихотворения. Тверь:ТвГУ. 82с.
- Жукова Л.А. 2017б. Предисловие // Серебрякова Т.И. Оранжевые блики.Тверь:ТвГУ.С.3.
- Жукова Л.А. 2017в. Татьяна Ивановна Серебрякова – выдающийся биоморфолог XX столетия // Серебрякова Т.И. Оранжевые блики. Тверь: ТвГУ. С. 4-18.
- Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В. 2017. Оценка экологического разнообразия лесных экосистем с использованием экологических шкал // Современная лесная наука: проблемы и перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 20–22 дек. 2017 г.). Воронеж: Истоки. С. 154-158.
- Жукова Л.А., Зубкова Е.В. 2017. Критерии выделения онтогенетических состояний и жизненности у трав и кустарничков // Биоморфологические исследования на современном этапе: материалы науч. конф. с междунар. участием «Современные проблемы биоморфологии» (Владивосток, 3–9 окт. 2017). Владивосток: Мор. ГУ. С. 70-72.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2017а. Использование концепции поливариантности при моделировании биосистем // Математическое моделирование в экологии: материалы Пятой Нац. науч. конф. с междунар. участием (16–20 окт. 2017 г., Пущино). Пущино: ИФХиБПП РАН. С. 78-81.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2017б. Концепция поливариантности развития биосистем и подходы к изучению и сохранению биоразнообразия // 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. 104-107.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2017в. О некоторых направлениях изучения поливариантности биоморф // Биоморфологические исследования на современном этапе: материалы науч. конф. с междунар. участием «Современные проблемы биоморфологии» (Владивосток, 3–9 окт. 2017 г.). Владивосток: Мор. ГУ. С. 73-74.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2017г. О проблеме моделирования биогеоценозов с учетом особенностей их поливариантности // Математическое моделирование в экологии: материалы 5 нац. науч. конф. с междунар. участием (Пущино, 16–20 окт. 2017 г.). Пущино. С. 78-81.
- Жукова Л.А., Нотов А.А., Паленова М.М. 2017. Популяционно-онтогенетические исследования и проблема сохранения лесных экосистем // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Киров, 15–19 мая 2017 г.). Киров: Радуга-ПРЕСС. С. 221-226.
- Зубкова Е.В., Фролов П.В., Жукова Л.А. 2017. Возможности использования компьютерных программ при обучении студентов (на примере программы CAMPUS) // Актуальные проблемы ботаники и охраны природы: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, Симферополь 27–30 нояб. 2017 г. Симферополь. С. 331-336.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2017. Концепция поливариантности онтогенеза и проблемы эволюции морфологического разнообразия // Конференция «Морфогенез в индивидуальном и историческом развитии: онтогенез и формирование биологического разнообразия» (Москва, 22–24 нояб. 2017 г.): Тез. М.: ПИН РАН. С. 47-48.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2018. Организация биоценозов с позиции представлений о поливариантности // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3. С. 178-193.

- Популяционно-онтогенетическое* направление в России и ближнем зарубежье: справочное издание 2018 / отв. ред. Л.А. Жукова; сост.: Л.А. Жукова, Н.М. Державина, И.В. Шивцова. Тверь: Твер. гос. ун-т. 440 с.
- Турмухаметова Н.В., Дорогова Ю.А., Жукова Л.А.* 2018. Использование экологических шкал для характеристики региональной флоры // Актуальные вопросы биогеографии: мат-лы междунар. конф. СПб.: СПбГУ. С. 415-417.
- Жукова Л.А., Нотов А.А.* 2019. Моделирование сопряженной динамики ценопопуляций как метод анализа поливариантности биоценозов // Математическое моделирование в экологии (ЭкоМатМод-2019): материалы 6 Нац. науч. конф. с междунар. участием (26–29 сент. 2019 г., Пущино). Пущино: ИФХиБПП РАН. С. 79-80.
- Жукова Л.А., Нотов В.А.* 2019. Экологизация сознания и проблема устойчивого развития биосферы // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы VII Междунар. науч. конф. (Йошкар-Ола, 18–22 марта 2019). Йошкар-Ола. С. 343-345.
- Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В., Жукова Л.А.* 2019. Использование экологических шкал для анализа экологического разнообразия лесных экосистем // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы II Междунар. конф. (Киров, 27–31 мая 2019). Киров: ВятГУ. С. 259-263.
- Нотов А.А., Жукова Л.А.* 2019а. Концепция поливариантности онтогенеза и современная эволюционная морфология // Известия РАН. Сер. биол. № 1. С. 52-61.
- Нотов А.А., Жукова Л.А.* 2019б. Поливариантность онтогенеза как источник информации о структурной эволюции растений // Материалы X Междунар. конф. по экол. морфологии растений, посвящ. И.Г. и Т.И. Серебряковым (Москва, 27–30 нояб. 2019 г.). Т. 2. М.: МПГУ. С. 173-178.
- Notov A.A., Zhukova L.A.* 2019. The concept of ontogenesis polyvariance and modern evolutionary morphology // Biology Bulletin. V. 46. № 1. P. 47-55.
- Жукова Л.А., Нотов А.А.* 2020. О проблеме сопряженного анализа онтогенеза дерева и динамики эпифитного мохово-лишайникового покрова // Полевой журнал биолога. Т. 2. № 4. С. 310-320.
- Нотов А.А., Жукова Л.А.* 2020. Динамика структурных изменений в онтогенезе дерева как основа для формирования эпифитного мохово-лишайникового покрова // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем: сб. материалов XVI Междунар. науч. экол. конф., посвящ. памяти А.В. Присного, 24–26 нояб. 2020 г. Белгород: БелГУ. С. 93-96.
- Турмухаметова Н.В., Дорогова Ю.А., Жукова Л.А.* 2021. Экологическая характеристика региональной флоры с использованием экологических шкал // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы: материалы II Всерос. конф. (с междунар. участием). Кологрив: Кологрив. лес. С. 178-181.
- Зубкова Е.В., Фролов П.В., Жукова Л.А.* 2022. Использование знаний о биоморфологии растений при моделировании их развития // Биоморфология растений: традиции и современность: материалы Междунар. науч. конф. (г. Киров, 19–21 окт. 2022 г.). Киров: Вятский гос. ун-т. С. 398-403.
- Нотов А.А., Жукова Л.А.* 2022а. О проблеме создания общей концепции онтогенеза // Биоморфология растений: традиции и современность: Мат-лы Междунар. науч. конф. (Киров, 19–21 окт. 2022). Киров: ВятГУ. С. 403-410.
- Нотов А.А., Жукова Л.А.* 2022б. Старовозрастные лесные сообщества ЦЛГПБЗ как модель для сопряженного анализа онтогенеза деревьев и динамики формирования эпифитного мохово-лишайникового покрова // Научные исследования и экологический мониторинг на особо охраняемых природных

- территориях России и сопредельных стран: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию организации ЦЛГПБЗ и 150-летию Г.Л. Граве, 140-летию В.В. Станчинского (Заповедный, 15–18 авг. 2022). М.: КМК, С. 65-72.
- Notov A.A., Zhukova L.A. 2022. Modular organisms as objects of population biology // *Wulfenia*. V. 29. P. 9-27.
- Жукова Л.А. 2023а. [Стихотворения] // Улыбается земля голубыми глазами фиалок: сборник стихотворений. Кемерово: Ирбис. С. 68-76.
- Жукова Л.А. 2023б. Посвящение Татьяне Ивановне Серебряковой // Улыбается земля голубыми глазами фиалок. Кемерово: Ирбис. С. 76.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2023. Поливариантность онтогенеза как фактор структурной эволюции растений // Всерос. конф. «Морфогенез в историческом и индивидуальном развитии», посвящ. И.И. Шмальгаузену (21–23 нояб. 2023 г., ПИН РАН): Программа. М.: ПИН РАН. С. 21. URL: <https://www.paleo.ru/upload/iblock/053/i616fm0zkyvobrykjft6c8vuz069onh.pdf>.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2023а. Чем отличается структурно-функциональная организация модульных животных, высших грибов и растений? // Систематические и флористические исследования Северной Евразии: мат-лы III Всерос. конф. с междунар. участием (к 95-летию со дня рождения проф. А.Г. Еленевского), г. Москва, 19–21 окт. 2023 г. М.: МПГУ. С. 242-247.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2023б. О некоторых парадоксальных вариантах онтогенеза модульных организмов // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 128. Вып. 5. С. 52-62.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2023в. О ценозоформирующей активности онтогенеза и популяционной жизни модульных организмов // Ботаника и ботаники в меняющемся мире: труды Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского гос. ун-та (г. Томск, 14–16 нояб. 2023 г.): [Электрон. издание]. Томск: Изд. Том. ун-та. С. 302-307.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2024. Поливариантность онтогенеза и структурная эволюция модульных организмов // Ключевые инновации, осевая организация и план строения Metazoa в фило- и онтогенезе: [электрон. ресурс]. М.: ПИН РАН. С. 36-38. (Сер. конф. и коллоквиумов «Морфогенез в индивидуальном и историческом развитии»; Конф. 5). URL: https://www.paleo.ru/institute/events/cal_conf/detail.php?ELEMENT_ID=15646.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2024а. Нужна ли биологии и экологии общая концепция онтогенеза? // Экологическая морфология растений: мат-лы XI Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти Серебряковых, (Москва, 24–26 окт. 2024). М.: МПГУ. С. 293-298.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2024б. Ценозоформирующая активность модульных организмов как ключевой фактор динамики биогеоценозов // Мозаичность и системность в Биосфере: сб. мат-лов XVIII Междунар. науч.-практ. экол. конф. (г. Белгород, 8–10 окт. 2024 г.). Белгород: БелГУ. С. 113-116.
- Жукова Л.А., Нотов А.А. 2025. Полемохория и проблемы популяционной биологии // Экологические последствия войны: полемохоры в ландшафтах Восточной Европы: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием (г. Тверь, 20–22 марта 2025 г.). Тверь: ТвГУ. С. 30-32.
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2025а. Популяционные аспекты полемохорной гетерогенизации биосистем // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3(79). (в печати).
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2025б. Поливариантность онтогенеза и структурная эволюция злаков // Бот. журн. Т. 110. (в печати).

- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2025в. Поливариантность путей онтогенеза и особенности популяционной жизни растений // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2025. Т. 19. № 3. (в печати).
- Нотов А.А., Жукова Л.А. 2025г. Специфика онтогенеза осины и динамика формирования ее эпифитного покрова // Труды Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. Вып. 8. М.: КМК. (в печати).
- Нотов А.А., Жукова Л.А., Нотов В.А. 2025. Чудеса заповедного леса: фотоальбом. Тверь. (в печати).
- Zhukova L.A., Notov A.A. 2025. Polyvariance of ontogenesis and structural evolution of modular organisms // Paleontological Journal. V. 59. (in press).

Публикации и материалы о Л.А. Жуковой

- Жукова Л.А. 2006. Мир принадлежит оптимистам // Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ. Йошкар-Ола. С. 229-278.
- Жукова Людмила Алексеевна: список публикаций автора 2000–2025 // eLibrary.Ru: научная электронная библиотека. URL: https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=79373&pubrole=100&show_refs=1&pubcat=risc/ (дата обращения: 10.02.2025).
- Жукова Людмила Алексеевна: библиографический указатель. 2006. Йошкар-Ола. 72 с. (Материалы к библиографии ученых МарГУ; Вып. 6).
- Жукова Людмила Алексеевна 2011–2025 // ИСТИНА: Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных / НИИ механики МГУ. URL: <https://istina.msu.ru/profile/pinus/> (дата обращения: 10.02.2025).
- Жукова Людмила Алексеевна 2024 // https://ru.wikipedia.org/wiki/Жукова,_Людмила_Алексеевна
- Заугольнова Л.Б., Дорохина Л.Н., Глотов Н.В., Файзуллина С.Я., Ведерникова О.П., Пигулевская Т.К., Балахонов С.В., Суетина Ю.Г. 1996. Людмила Алексеевна Жукова // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 101. Вып. 4. С. 93-99.
- Леонидов М. 2015. Главное должно оставаться главным // МК в Марий Эл. 18–25 марта. С. 13.
- Научный центр популяционно-онтогенетических исследований 1972–2025 // Кафедра экологии и фармации. URL: https://marsu.ru/education/units/enif/structure/departments/department_ke/auchnyy-tsentr-populyatsionno-ontogeneticheskikh-issledovaniy/ (дата обращения: 1.02.2025).
- Нотов А.А., Дементьева С.М., Иванова С.А., Зуева Л.В., Андреева Е.А. 2015. Мир спасут оптимисты (к юбилею Людмилы Алексеевны Жуковой) // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4. С. 224-252.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Зубкова Е.В., Паленова М.М., Зуева Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А. 2020. Главное должно оставаться главным (к 85-летию Людмилы Алексеевны Жуковой) // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1(57). С. 223-248.

Список литературы

- Воскресенская О.Л. 2009. Экологические аспекты функциональной поливариантности онтогенеза растений: дис. ... д-ра биол. наук (03.00.16, 03.00.12). Йошкар-Ола. 412 с.
- Ежова Т.А. 2021. Парадоксы эпигенетики растений. Онтогенез. Т. 52. № 6. С. 397-418.
- Логофет Д.О., Уланова Н.Г. 2021. От мониторинга популяции к математической модели: новая парадигма популяционного исследования // Журн. общ. биологии. Т. 82. № 4. С. 243-269.
- Савинов А.Б. 2024. Активность и эволюция биосистем. Нижний Новгород: ННГУ. 105 с.
- Тарасова В.Н. 2017. Структура и динамика эпифитного мохово-лишайникового покрова в среднетаежных лесах Северо-Запада Европейской части России: дис. ... д-ра биол. наук (03.02.08). Петрозаводск. 467 с.
- Черняева Е.В., Викторов В.П. 2016. История и современное состояние изучения фитогенных полей // Социально-экологические технологии. № 1. С. 89-106.
- Notov A.A. 2018. Embryonization of ontogeny and evolution of life cycles of modular organisms // Paleontol. J. V. 52. № 14. P. 1799–1805.

**UNYIELDING, RAGED AND FREE, BURN, FIRE,
BURN ON, PLEASE (FOR THE 90TH ANNIVERSARY
OF LYUDMILA ALEKSEEVNA ZHUKOVA)**

A.A. Notov¹, V.A. Notov^{2,1}, S.A. Ivanova¹, L.V. Zueva¹

¹Tver State University, Tver

²Secondary School № 3, Redkino Settlement, Tver Region

February 19th, 2025 marks the 90th anniversary of outstanding scientist, Honored Scientist of the Russian Federation, Habilitated Doctor in Biology, Prof. Lyudmila Alekseevna Zhukova. She made a significant contribution to the development of the Russian biology and ecology as well as population-ontogenetic direction. L.A. Zhukova is a leading expert in the population botany, excellent teacher and lecturer, founder of the scientific school, and the author of fundamental scientific works.

Keywords: *anniversaries, biography, Lyudmila Alekseevna Zhukova, population biology, population-ontogenetic approach.*

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.

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.

ЗУЕВА Людмила Викторовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: zuevabio2012@yandex.ru.

Нотов А.А. Неистов и упрям, гори, огонь, гори (к 90-летию Людмилы Алексеевны Жуковой) / А.А. Нотов, В.А. Нотов, С.А. Иванова, Л.В. Зуева // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2025. № 1(77). С. 155-180.

Дата поступления рукописи в редакцию: 2.02.25

Дата подписания рукописи в печать: 25.03.25

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 № 1 (77), 2025
Подписной индекс: **85683** (интернет-каталог «Пресса России»)

Подписано в печать 26.05.2025. Выход в свет 29.05.2025
Формат 70 x 108 ¹/₁₆. Бумага типографская № 1.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,84.
Тираж 500 экз. Заказ № 109.
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.