ВЕСТНИК ТВЕРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Биология и экология № 4 (68), 2022

Научный журнал

Основан в 2005 г.

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

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

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

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

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

© Тверской государственный университет, 2022

VESTNIK
TVER STATE UNIVERSITY

Series: Biology and Ecology № 4 (68), 2022

Scientific Journal

Founded in 2005

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

Translated Title:

Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology

Founder:

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

Editorial Board of the Series:

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

Editorial Office:

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

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

© Tver State University, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИОЛОГИЯ

М.Н. Петушков, М.А. Папин
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОВ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ПОДГОТОВКИ……7

С.А. Моисеев
СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛОКОМОЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕСКОЖНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА…….....….15

БИОХИМИЯ

И.А. Варганова, Я.И. Медведев, Е.А. Никанорова, К.Ю. Иванов, В.И. Нагиба
ИЗУЧЕНИЕ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ДНК КЛЕТОК РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАДИОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ……...……...…24

ЗООЛОГИЯ

А.А. Виноградов
САМАЯ ПОЗДНЯЯ ВСТРЕЧА ЧЕРНОГОЛОВОЙ СЛАВКИ (*SYLVIA ATRICAPILLA*) В ТВЕРИ…….....……35

Л.В. Маловичко, Ю.В. Литвинов
СТРАТЕГИИ КОРМОВОГО ПОВЕДЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ВРАНОВЫХ ПТИЦ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ……..……..55

БОТАНИКА

В.К. Тохтарь, Ю.К. Виноградова, А.Ю. Курской, J. Pergl, В.Н. Зеленкова, М.Ю. Третьяков
ФЛОРА СИБИРСКОГО УЧАСТКА ТРАНССИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ В ПРЕДЕЛАХ РАЗЛИЧНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОМОВ……..68

Л.В. Зуева, С.А. Матвеева, Е.А. Андреева
ВЛИЯНИЕ КОРНЕВОЙ ГУБКИ НА СОСНОВЫЕ И ЕЛОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ В ТВЕРСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ…….84

Л.В. Петухова, Л.В. Григорьева, В.А. Нотов
О БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОЗ……...93

А.А. Нотов, В.А. Нотов, Л.В. Зуева, С.А. Иванова, Е.А. Андреева, Д.А. Мидоренко
ДИНАМИКА ФИТОЦЕНОЗОВ С УЧАСТИЕМ ПОЛЕМОХОРОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПОСЕЛКА МОНЧАЛОВО (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)……100

А.С. Коляда, С.А. Берсенева, А.Н. Белов, Н.В. Репш
ЭУМОНОТИПНЫЕ ТАКСОНЫ ФЛОРЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ…….120

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

О.С. Шубина, Н. А. Дуденкова
УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛАЦЕНТАРНОГО БАРЬЕРА ПРИ ДОНОШЕННОЙ БЕРЕМЕННОСТИ…….128

CONTENT

PHYSIOLOGY

M.N. Petushkov, M.A. Papin
COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE TYPES OF NON-SPECIFIC ADAPTIVE REACTIONS OF THE ORGANISM IN HIGHLY QUALIFIED ATHLETES IN DIFFERENT TRAINING PERIODS……..…7

S.A. Moiseev
SYNERGETIC CONTROL OF THE LOCOMOTION'S KINEMATIC STRUCTURE UNDER THE SPINAL CORD TRANSCUTANEOUS STIMULATION……..15

BIOCHEMISTRY

I.A. Varganova, Ya.I. Medvedev, E.A. Nikanorova, K. Yu.Ivanov, V.I. Nagiba
STUDY OF DAMAGE TO DNA IN CELLS OF VARIOUS TISSUES UNDER INFLUENCE OF RADIO-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION……...…….....24

ZOOLOGY

A.A. Vinogradov
THE LATEST SIGHTING OF *SYLVIA ATRICAPILLA* IN TVER……....35

BOTANY

V.K. Tokhtar, Yu.K. Vinogradova, A.Yu. Kurskoy, J. Pergl, V.N. Zelenkova, M.Yu. Tretyakov
FLORA OF THE SIBERIAN SECTION OF THE TRANS-SIBERIAN RAILWAY WITHIN VARIOUS NATURAL BIOMES……...68

L.V. Zueva, S.A. Matveeva, E.A. Andreeva
INFLUENCE OF THE ROOT ROT FUNGUS ON PINE AND SPRUCE PLANTATIONS IN THE TVER FORESTRY OF THE TVER REGION…..…..84

L.V. Petukhova, L.V. Grigoreva, V.A. Notov
TO THE BIOMORPHOLOGICAL FEATURES OF SOME ROSA SPECIES……..……93

A.A. Notov, V.A. Notov, L.V. Zueva, S.A. Ivanova, E.A. Andreeva, D.A. Midorenko1
DYNAMICS OF PHYTOCENOSES WITH POLEMOCHORES IN THE VICINITY OF MONCHALOVO SETTLEMENT (TVER REGION)……..….100

A.S. Kolyada, S.A. Berseneva, A.N. Belov, N.V. Repsh
EUMONOTYPIC TAXA OF THE RUSSIAN FAR EAST FLORA,
ITS DISTRIBUTION AND ECOLOGICAL FEATURES……..120

INTERDISCIPLINARY STUDIES

O.S. Shubina, N.A. Dudenkova
ULTRASTRUCTURAL ORGANIZATION OF THE PLACENTAL
BARRIER WITHIN FULL-TERM PREGNANCY…….128

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 57.03
DOI: 10.26456/vtbio275

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОВ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ПОДГОТОВКИ

М.Н. Петушков, М.А. Папин
Тверской государственный университет, Тверь

В статье анализируются соотношение различных типов неспецифических адаптационных реакций организма (НАРО) спортсменов высокой квалификации. Дана сравнительная характеристика типов НАРО у представителей циклических и игровых видов спорта в подготовительный и соревновательный периоды трех годовых циклов. Выявлено, что под влиянием мышечной деятельности у спортсменов формируются различные типы НАРО, в том числе пред- и патологические. Наибольшая частота возникновения неблагоприятных адаптационных реакций характерна для игровых видов спорта. Различные периоды годового цикла деятельности спортсменов различаются по соотношению различных типов НАРО, со значительным увеличением встречаемости реакции хронического стресса в соревновательный период.

Ключевые слова: *клинический анализ крови, тренировочный процесс, неспецифические адаптационные реакции организма, хронический стресс.*

Введение. Современный спорт высших достижений представляется благодатной средой исследования адаптационных возможностей организма человека. Известно, что хроническое перенапряжение адаптационных механизмов может приводить к нестабильной результативности у спортсменов даже при хорошем уровне подготовленности. Проблема оценки адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам имеет очень важное значение не только в достижении высоких спортивных результатов, но и в сохранении здоровья спортсменов, продления их спортивной карьеры и нормального функционирования организма после ее завершения (Макарова, Локтев, 2006). В связи с этим, особую актуальность приобретает разработка и внедрение в практику достаточно простых, но информативных экспресс методик определения функционального состояния спортсменов, отражающих

 © Петушков М.Н., Папин М.А., 2022

их текущее адаптационное состояние.

Спортсмены высокой квалификации регулярно проходят медицинские обследования, одним из обязательных элементов которых является общий анализ крови. Помимо диагностики заболеваний, эти данные могут быть использованы для выявления состояния перетренированности спортсмена, ранними признаками которого могут быть только изменения состава крови. Объективно и адекватно характеризует состояние организма лейкоцитарная формула – интегральный показатель эффективности адаптационных реакций организма при действии на него неспецифических раздражителей, в числе которых и физическая нагрузка.

Изучение типа ответа организма спортсменов на выполняемую физическую нагрузку важно в практике спорта, поскольку на каждом уровне реактивности формируется различный комплекс изменений в функционировании важнейших систем организма. Значительный вклад в разработку данной методики внесли исследования Л. Х. Гаркави (Гаркави, 2006, 2015). В результате была разработана теория, согласно которой при воздействии на человека разнообразных раздражителей развиваются различные по качеству неспецифические адаптационные реакции организма (НАРО). Разработанная методика определения НАРО по показателям лейкоцитарной формулы получила широкое распространение в различных областях медицины. Однако в спорте высших достижений этот метод пока еще широкого применения не нашел, в то время как систематические занятия спортом могут сопровождаться срывами адаптации, приводящими к отрицательным последствиям для здоровья спортсменов. Контроль за НАРО может позволить рационально организовать тренировочный процесс, избежать осложнений и перегрузок сердечно-сосудистой системы.

В связи с этим целью данной работы явилась сравнительная характеристика типов неспецифических адаптационных реакций организма спортсменов высокой квалификации различных видов спорта.

Методика. Исследование проводилось на базе ГБУЗ «Областной клинический врачебно-физкультурный диспансер». В работе были использованы клинические анализы крови 178 спортсменов мужчин: 18 спортсменов, занимающихся лыжными гонками; 24 спортсменов, занимающихся плаванием; 18 спортсменов, занимающихся легкой атлетикой; 25 спортсменов, занимающихся греблей на байдарках и каноэ; 15 спортсменов, занимающихся волейболом; 23 спортсменов, занимающихся хоккеем; 14 спортсменов, занимающихся футболом; 23 спортсменов, занимающихся баскетболом.

Забор крови для анализа осуществлялся в соответствии с плановым осмотром на протяжении трех годовых циклов. Возраст спортсменов на начало исследования составил от 17 до 23 лет, квалификация КМС, МС, МСМК.

Тип НАРО определялся на основе исследования лейкоцитарной формулы в соответствии с критериями, разработанными применительно к спортсменам и приведенными в таблице 1. В теории НАРО наиболее физиологичными считаются реакции тренировки и активации. Такие реакции можно назвать «положительными». Они являются гармоничными, с хорошей синхронизацией деятельности основных подсистем организма, что нельзя сказать о реакции хронического стресса и переактивации, являющимися неспецифической основой предболезни или болезни и квалифицируемые, как «напряженные реакции» (Гаркави, 2015).

Таблица 1

Соотношение относительного содержания лимфоцитов и нейтрофилов в периферической крови у спортсменов при различных типах НАРО

Лимфоциты, %	Нейтрофилы, %	Тип НАРО
Менее 26	Более 60	Реакция хронического стресса
26-32	60-55	Реакция тренировки
33-38	54-50	Реакция спокойной активации
39-45	49-44	Реакция повышенной активации
Более 45	Менее 44	Реакция переактивации

Результаты и обсуждение. В ходе проведенного исследования выявлено, что у спортсменов высокой квалификации в подготовительном периоде наблюдаются различные типы НАРО (табл. 2). Обращает на себя внимание тот факт, что наряду с благоприятными реакциями тренировки, спокойной и повышенной активации, достаточно часто выявляются «напряженные» реакции перетренированности и хронического стресса.

В целом, среди обследованных спортсменов в 31,9 % случаев встречается реакция тренировки (РТ), в 26,6 % – реакция спокойной активации (РСА) и в 9,6 % наблюдается реакция повышенной

активации (РПА). Из неблагоприятных реакций у 14,4 % спортсменов имеет место реакция хронического стресса (РХС) и у 17,6 % – реакция переактивации (РП). Таким образом преобладающими являются реакции тренировки и спокойной активации.

У представителей циклических и игровых видов спорта отмечаются различия в частоте встречаемости как неблагоприятных, так и благоприятных НАРО. Практически во всех исследованных группах спортсменов преобладающей реакцией является реакция тренировки, и только у лыжников – реакция спокойной активации. Реакция хронического стресса гораздо чаще встречается в игровых видах спорта, в сравнении с циклическими.

У мужчин циклических видов спорта реакция хронического стресса реже встречается в плавании (5,6 %), а чаще всего – в гребле на байдарках и каноэ (9,3 %) и легкой атлетике (9,3 %). У мужчин игровых видов спорта данный неблагоприятный тип НАРО реже отмечается в волейболе (17,8 %), а чаще всего – в баскетболе (26,0 %).

Другой тип неблагоприятных НАРО – реакция переактивации у мужчин циклических видов спорта реже всего встречается в гребле на байдарках и каноэ (12,0 %), а чаще всего – в лыжных гонках и легкой атлетике (22,2 %). В игровых видах спорта данный тип НАРО реже встречается в баскетболе (11,6 %), а чаще всего – в футболе (13,8 %).

Практически во всех видах спорта преобладающим типом НАРО является реакция тренировки, кроме лыжных гонок, где выше доля спортсменов с реакцией спокойной активации.

Таблица 2

Соотношение (в %) различных типов НАРО
у представителей различных видов спорта в подготовительный период

Виды спорта	n	Тип НАРО				
		РХС	РТ	РСА	РПА	РП
Циклические виды спорта						
Лыжные гонки	*18*	7,5	27,6	**35,2**	7,5	22,2
Плавание	*24*	5,6	**34,7**	32,0	12,5	15,3
Гребля	*25*	9,3	**41,4**	29,2	8,0	12,0
Легкая атлетика	*18*	9,3	**34,6**	24,5	9,4	22,2
Игровые виды спорта						
Волейбол	*15*	17,8	**28,9**	24,5	8,9	20,0
Хоккей	*23*	20,3	**35,9**	24,7	5,8	13,3

Виды спорта	n	Тип НАРО				
		РХС	РТ	РСА	РПА	РП
Футбол	*14*	19,1	**26,2**	16,7	14,2	23,8
Баскетбол	*23*	26,0	**26,1**	26,0	10,2	11,6
X±m		14,4±2,6	**31,9±2,0**	26,6±2,0	9,6±1,0	17,6±1,8

Соревновательный период годового цикла деятельности спортсменов отличается по соотношению различных типов НАРО от подготовительного. При этом происходит изменение соотношения как благоприятных, так и неблагоприятных типов адаптационных реакций. В целом, среди обследованных спортсменов отмечается снижение доли реакции тренировки (до 14,0 %), но резкое повышение реакции повышенной активации (до 29,5 %). Доля неблагоприятной реакции перетренированности снижается до 3,6 %, но сильно увеличивается доля спортсменов с реакцией хронического стресса (29,5 %). Таким образом преобладающими становятся реакции повышенной активации и стресса (табл. 3).

Таблица 3

Соотношение (в %) различных типов НАРО
у представителей различных видов спорта в соревновательный период

Виды спорта	n	Тип НАРО				
		РХС	РТ	РСА	РПА	РП
Циклические виды спорта						
Лыжные гонки	*18*	**28,9**	11,2	26,7	27,8	5,4
Плавание	*24*	16,7	8,3	25,1	**43,6**	6,3
Гребля	*25*	24,0	20,1	22,6	**33,3**	0,0
Легкая атлетика	*18*	29,7	13,9	25,8	**30,6**	0,0
Игровые виды спорта						
Волейбол	*15*	**36,7**	13,1	13,4	30,1	6,7
Хоккей	*23*	**30,5**	15,3	27,6	19,6	7,0
Футбол	*14*	**35,7**	9,5	23,7	31,1	0,0
Баскетбол	*23*	**34,8**	20,3	21,8	19,6	3,5
X±m		**29,5±2,4**	14,0±1,6	23,5±1,6	**29,5±2,7**	3,6±0,9

Данная картина изменений соотношения различных типов НАРО характерна для спортсменов и циклических, и игровых видов спорта. Однако в игровых видах спорта частота встречаемости реакций хронического стресса выше, чем в циклических. В циклических видах спорта картина изменений соотношения типов НАРО более благоприятная. Так в гребле, легкой атлетике и особенно в плавании преобладающим типом НАРО является не реакция хронического стресса, а благоприятная реакция повышенной активации.

У мужчин циклических видов спорта реакция хронического стресса реже встречается в плавании (16,7 %), а чаще всего – в легкой атлетике (29,7 %). У мужчин игровых видов спорта данный неблагоприятный тип НАРО реже отмечался в хоккее (30,5%), а чаще всего – в волейболе (36,7 %).

Другой преобладающий тип НАРО – реакция повышенной активации у мужчин циклических видов спорта чаще всего встречается в плавании (43,6 %), а в игровых видах спорта – в футболе (31,1 %).

Заключение. Анализ сигнальных показателей лейкоцитарной формулы показал, что под влиянием мышечной деятельности у спортсменов высокой квалификации для сохранения гомеостаза формируются различные типы НАРО. При этом у части спортсменов отмечено наличие пред- и патологических адаптационных фаз организма. Данный факт свидетельствует о напряженности адаптационных реакций, связанной с систематическим действием чрезмерных тренировочных нагрузок, которые могут приводить к снижению реактивности и иммунной защиты организма.

Сравнительный анализ соотношения различных типов НАРО у спортсменов разных групп показал, что наибольшая частота возникновения пред- и патологических адаптационных фаз характерна для спортсменов игровых видов спорта. Минимальный процент спортсменов с неблагоприятными типами НАРО отмечен среди пловцов. Возможно, это обусловлено тем, что игровые виды спорта, связаны с не ритмичной двигательной деятельностью и высоким уровнем эмоциональной активности. Данный факт указывает на необходимость определения НАРО в спортивной практике для объективной оценки влияния различных средств и методов тренировки на функциональное состояние спортсменов.

Подготовительный и соревновательный периоды годичного цикла деятельности спортсменов различаются по соотношению различных типов НАРО. В подготовительном периоде преобладающими являются реакция тренировки и спокойной активации. В соревновательном периоде отмечается увеличение

частоты реакций стресса и повышенной активации. По-видимому, возрастание доли патологических адаптационных реакций может быть связано с повышенным психоэмоциональным фоном во время соревновательного периода.

На основании проведенного исследования можно заключить, что у спортсменов высокой квалификации, независимо от специфики мышечной деятельности и спортивного мастерства, формируются различные адаптационные реакции. В ходе систематического действия значительных тренировочных нагрузок, вследствие ухудшения сопротивляемости организма снижается реактивность и происходит формирование реакции переактивации, а в дальнейшем – неблагоприятной реакции хронического стресса. Причиной срыва адаптации может быть неправильная организация тренировочного процесса в несоответствии с индивидуальными возможностями спортсменов (Рыбина и др., 2015). При этом спортивную тренировку нельзя связывать со слабым воздействием, т. к. только большие нагрузки обеспечивают высокий результат. Одновременно с этим они увеличивают риск развития хронического стресса. Таким образом, возникает проблема поиска такой системы нагрузок, которая обеспечила бы поддержание достигнутого уровня адаптации и одновременно не вызывало бы истощения и изнашивания структур организма, ответственных за адаптацию.

Список литературы

Гаркави Л.Х. 2006. Активационная терапия. Ростов-на-Дону. 256 с.

Гаркави Л.Х. 2015. Антистрессорные реакции и активационная терапия. М.: Книга по Требованию. 559 с.

Макарова Г.А., Локтев С.А. 2006. Медицинский справочник тренера. М.: Советский спорт. 587 с.

Рыбина И.Л. Нехвядович А.И., Ширковец Е.А. 2015. Неспецифические адаптационные реакции в системе оценки биоэнергетических возможностей организма пловцов высокой квалификации // Вестник спортивной науки. Вып. 1. С. 33–37.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE TYPES OF NON-SPECIFIC ADAPTIVE REACTIONS OF THE ORGANISM IN HIGHLY QUALIFIED ATHLETES IN DIFFERENT TRAINING PERIODS

M.N. Petushkov, M.A. Papin
Tver State University, Tver

Here we analyze the ratio of different types of non-specific adaptive reactions of the organism (NARO) of highly qualified athletes. Comparative characteristics of NARO types among representatives of cyclic and team sports in the preparatory and competitive periods of three annual cycles are given. We found that under the influence of muscle activity in athletes, various types of NARO are formed, including pre- and pathological ones. The highest frequency of occurrence of unfavorable adaptive reactions is typical for team sports. Different periods of the annual cycle of athletes' activities differ in the ratio of different types of NARO, with a significant increase in the occurrence of chronic stress reactions in the competitive period.
Keywords: *clinical blood test, training process, nonspecific adaptive responses of the body, chronic stress.*

Об авторах:

ПЕТУШКОВ Михаил Николаевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: bio.biology@tversu.ru.

ПАПИН Михаил Андреевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры теоретических основ физического воспитания, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: sport@tversu.ru.

Петушков М.Н. Сравнительная характеристика типов неспецифических адаптационных реакций организма у спортсменов высокой квалификации в разные периоды подготовки / М.Н. Петушков, М.А. Папин // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 7-14.

УДК 612.763+612.743
DOI: 10.26456/vtbio276

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛОКОМОЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕСКОЖНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА*

С.А. Моисеев
Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки

Изучали кинематические синергии при произвольных локомоциях и шагоподобных движениях, инициируемых чрескожной электрической стимуляцией спинного мозга. Показано высокое сходство пространственной структуры синергии при существенных различиях степени вовлечения в неё различных сегментов нижних конечностей. Наблюдаемые различия связаны с преимущественным воздействием чрескожной электрической стимуляции на ритмогенерирующую часть спинальной нейрональной сети, при этом паттернообразующая ее часть остается более стабильной.

Ключевые слова: *кинематические синергии, локомоции, электростимуляция спинного мозга, управление движением*.

Введение. Одна из существующих на сегодняшний день концепций двигательного контроля развивает представление о координации, как о механизме преодоления избыточности степеней свободы, путем объединения управляемых элементов системы в модули меньшей размерности и превращение таких образований в управляемую систему – синергии (Ting, Macpherson, 2004; Latash, 2020). В рамках концепции ведется обширная работа в нескольких направлениях, включающих рассмотрение синергий на разных уровнях их организации и различных аспектов двигательного контроля – постурального, локомоторного и произвольного. Центральной идеей концепции является представление о том, что управляющая система контролирует многочисленные степени свободы (углы, усилия и мышечные активации) так, чтобы стабилизировать важные для успешной реализации двигательной задачи переменные (Scholz, Schöner, 1999; Latash, 2020).

На кинематическом уровне исследования синергетические эффекты обнаруживаются при рассмотрении локомоций,

* Финансирование осуществлено в рамках плановой работы ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»

© Моисеев С.А., 2022

постуральных задач, а также сложных по координации двигательных актов. Постулируют, что кинематические синергии могут быть частью решения проблемы избыточности степеней свободы на кинематическом уровне двигательной системы человека. Кроме того, ЦНС обладает способностью настраивать кинематические синергии в соответствии с изменяющимися требованиями двигательной задачи (Александров, Фролов, 2010; Stetter et al, 2020).

Известно, что в структуре спинальной нейрональной сети, осуществляющей управление локомоторной активностью человека, существует две независимые части (сети). Одна из них направлена на формирование кинематического паттерна характерного стереотипного движения, определяющая соотношение активации мышечных групп в структуре бегового или шагательного цикла – паттернообразующая. Вторая призвана контролировать временные параметры движений – ритмогенерирующая (Hogan, Sternad, 2007). Подход к изучению двигательных синергий с применением методов факторизации данных позволяет объективно рассматривать обе составляющие системы управления, однако, применение такого подхода в рамках концепции модульной организации двигательного контроля при рассмотрении кинематической структуры движений ранее не применялся.

В связи с этим цель работы заключалась в изучении особенностей кинематической структуры локомоций при их модуляции посредством электрической стимуляции спинного мозга. Предполагалось, что произвольные и вызванные стимуляционным воздействием на структуры спинного мозга, локомоции могут иметь схожие пространственно-временные паттерны синергетического взаимодействия на кинематическом уровне. Полученные результаты позволят расширить существующие представление об иерархической организации управления двигательной активностью человека и дадут возможность приблизиться к пониманию того, как параметры двигательной задачи кодируются в структуре синергий. Кроме того такие сведения могут быть полезны при решении прикладных вопросов совершенствования широкого спектра специализированных двигательных навыков в спортивной и трудовой деятельности.

Методика. В исследовании приняли участие 8 здоровых мужчин в возрасте от 21 до 30 лет. Исследования проведены на базе научно–исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры Великолукской государственной академии физической культуры и спорта. Все эксперименты проведены с соблюдением требований и принципов биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинской декларации 1964 г., и одобрены локальным биоэтическим комитетом. Каждый участник представил добровольное письменное

информированное согласие на участие в исследованиях. Испытуемые располагались в горизонтальной вывеске нижних конечностей на левом боку (Minyaeva et al., 2017). Условия эксперимента включали выполнение произвольных локомоций без стимуляционного воздействия и при чрескожной электрической стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ). В анализ включали не менее 6 полных шагательных циклов (шагоподобных движений при ЧЭССМ), определяемых по крайним положениям плюсневой антропометрической точки правой ноги по сагиттальной оси.

ЧЭССМ наносилась стимулятором Биокин ЭС-5 (ООО «Косима», Россия). Стимулирующий электрод располагался между позвонками Т11 и Т12, два анода – симметрично над гребнями подвздошных костей, частота стимуляции – 30 Гц. Сила тока стимуляции подбиралась индивидуально и находилась в дипазоне от 30 до 90 мА. Как правило, ее было достаточно, чтобы вызвать шагоподобные движения у испытуемых (Gorodnichev et al., 2012).

Видеозахват движений сегментов тела нижних конечностей осуществлялся при помощи системы Qualisys (Швеция). Частота дискретизации составляла 500 Гц. Светоотражающие маркеры размещались на следующих антропометрических точках: плюсневой, нижнеберцовой, верхнеберцовой, вертельной. Оцифрованные данные (координаты антропометрических точек, скорости, ускорения, величины суставных углов) экспортировали в систему Statistica 10.0 для дальнейшего анализа. Формировали матрицу исходных данных (X), размерностью ($I \times J$), где I – число отсчетов (мгновенных измерений), а J – число независимых переменных. Переменными являлись названные выше кинематические параметры соответствующих антропометрических точек. Кроме этого матрица включала вспомогательные переменные, призванные идентифицировать граничные моменты шагательного цикла и прочие условия.

Извлечение кинематических синергий реализовывали с помощью метода главных компонент, используя стандартный модуль Statistica «Advanced/Multivariate – PCA». Исходная матрица X разлагалась на произведение двух матриц: $X=T \times P+E$, где T – матрица счетов, P – матрица нагрузок, E – матрица остатков. Рассматривали компоненты – кинематические синергии (КинС), имеющие собственные значения больше единицы и учитывающие не менее 10% общей дисперсии. Анализировали количество извлекаемых компонент, процент общей дисперсии (VAF), нагрузки (loadings) и коэффициенты активации (scores). Нагрузки показывают степень взаимосвязи рассматриваемых компонентов в синергии (от 0 до 1), а коэффициенты активации отражают динамику изменений внутри каждого компонента

(Moiseev et al., 2022). Сравнение нагрузок и коэффициентов активации КинС выполняли с помощью дисперсионного (ANOVA) и кросскорреляционного анализа. Математико-статистическая обработка данных включала расчет среднего арифметического (*M*), ошибки среднего арифметического (*SE*), стандартного отклонения (*SD*).

Результаты и обсуждение. Установлено, что амплитуда движений нижнеберцовой и плюсневой антропометрических точек правой ноги в среднем по группе ниже при шагоподобных движениях, вызываемых ЧЭССМ, чем при произвольных на 11,68 и 8,14 % соответственно (табл. 1). При этом отмечена бóльшая амплитуда правой вертельной точки, но не достоверно (P>0,05).

Таблица 1

Амплитуда движений антропометрических точек (мм) по сагиттальной оси при произвольных локомоциях и при ЧЭССМ, M±m

Антр. точка	ПРЗВ	СТИМ	Δ %	P
Вертельная пр.	64,76±2,55	88,66±3,52	36,91	>0,05
Верхнеберцовая пр.	352,12±6,09	367,35±7,31	4,33	>0,05
Нижнеберцовая пр.	731,5±5,88	646,06±6,33	-11,68	**<0,05**
Плюсневая пр.	902,46±3,29	829,03±3,68	-8,14	**<0,05**
Верхнеберцовая лев.	286,04±12,72	307,93±1,72	7,65	>0,05
Нижнеберцовая лев.	591,38±16,13	589,65±16,89	-0,29	>0,05
Плюсневая лев.	783,36±19,03	771,27±21,82	-1,54	>0,05

Существенных различий величин суставных углов в разных экспериментальных условиях выявлено не было, отмечалась лишь незначительная разница амплитуды движений в голеностопных суставах, не превышающая 7,10 % (P>0,05). Наиболее значимые различия наблюдались при сопоставлении скорости перемещений точек сегментов тела (табл. 2). Так, при ЧЭССМ регистрировалась значительно меньшая скорость, практически всех сегментов правой нижней конечности, где разница достигала 35,35 %. Несколько меньшая скорость наблюдалась и при рассмотрении антропометрических точек левой ноги. Аналогичная картина была и по показателю ускорения антропометрических точек, где разница составляла от 4,84 % до 21,44 %, в большей степени выраженная в нижнеберцовой и плюсневой точках правой нижней конечности (P>0,05).

Таблица 2

Средняя скорость антропометрических точек (мм/с) по сагиттальной оси при произвольных локомоциях и при ЧЭССМ, M±m

Антр. точка	ПРЗВ	СТИМ	Δ %	P
Вертельная пр.	49,11±1,54	34,38±1,36	-29,99	**<0,05**
Верхнеберцовая пр.	311,8±4,4	234,88±5,51	-24,67	**<0,05**
Нижнеберцовая пр.	639,78±12,97	418,41±14,13	-34,60	**<0,05**
Плюсневая пр.	786,43±16,89	508,41±18,22	-35,35	**<0,05**
Верхнеберцовая лев.	237,35±5,33	222,54±4,53	-6,24	>0,05
Нижнеберцовая лев.	511,09±11,16	459,64±5,42	-10,07	**<0,05**
Плюсневая лев.	631,53±16,88	558,15±8,9	-11,62	**<0,05**

Таким образом, сравнение структуры локомоций в условиях их произвольного выполнения и при ЧЭССМ, показывает существенные различия в показателях скорости и ускорений антропометрических точек, при этом, амплитуда движений сегментов тела и суставных углов практически не различается.

Исходя из цели работы были проанализированы пространственно-временные характеристики КинС. В результате было выявлено два компонента (синергии), извлеченных из всех кинематических данных. Процент объясняемой дисперсии при сравнении произвольных и вызванных ЧЭССМ локомоций существенно различался при рассмотрении скорости и амплитуды движений суставных углов, причем при стимуляции отмечались более высокие значения, достигающие 88 %. Это свидетельствует о том, что структура локомоторного цикла, инициируемая ЧЭССМ, обладает большей стабильностью и высокой воспроизводимостью в сравнении с произвольно выполняемыми локомоциями.

В первую очередь обращает на себя внимание четкая дифференциация нагрузок КинС перемещений точек левой и правой нижних конечностей (рис. 1А). При стимуляции сохраняется характерная картина, однако отмечаются более низкие коэффициенты при ЧЭССМ. Аналогичная картина наблюдается и во второй синергии. Таким образом кинематический рисунок локомоций остается стабильным и в значительной степени схожим при произвольной ходьбе и при локомоциях, инициируемых ЧЭССМ. Сходство векторов синергии находилось в диапазоне 0,98±0,14 в первой синергии и 0,70±0,09 во второй. Это свидетельствует о том, что стимуляция не затрагивает или незначительно воздействует на паттернообразующую часть нейрональной сети, регулирующей шагательный цикл. При рассмотрении КинС скоростей антропометрических точек

установлены существенные различия коэффициентов нагрузок и векторов КинС (рис. 1Б). Сходство векторов синергии здесь не превышало 0,77±0,04 для первой синергии и 0,04±0,01 для второй. Анализируя кинематические нагрузки и векторы синергий суставных углов существенные различия коэффициентов нагрузок коленного и тазобедренного суставов правой ноги (P>0,05), а наибольшие коэффициенты регистрировались в голеностопных суставах обеих нижних конечностей.

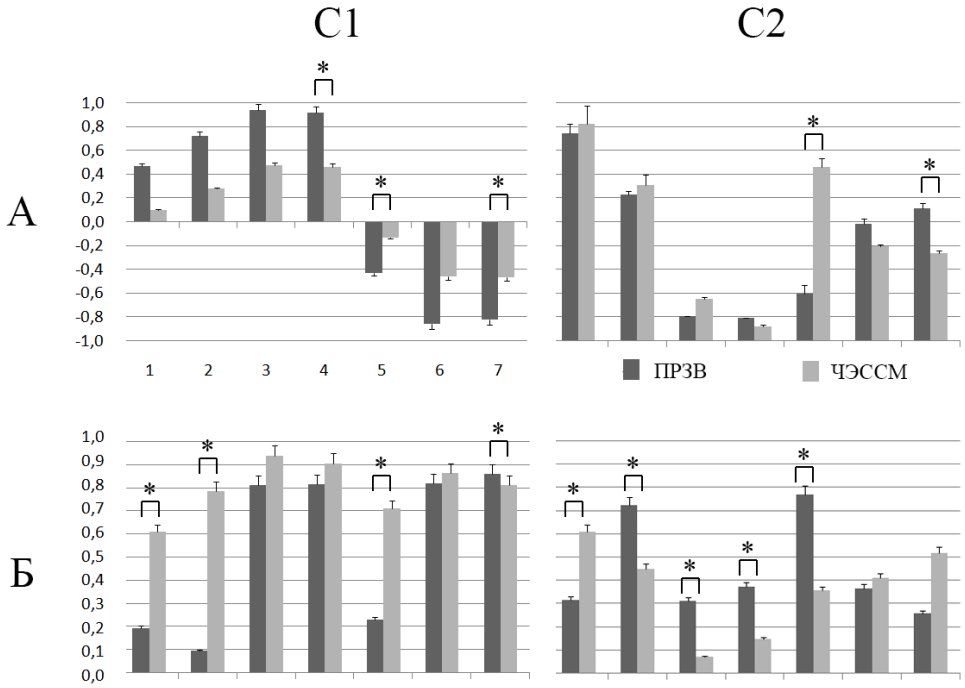


Рис. 1. Нагрузки и векторы КинС в условиях произвольных локомоций и вызываемых ЧЭССМ: А – КинС перемещений антропометрических точек, Б – КинС скоростей. С1,2 – номер синергии. 1 – вертельная пр., 2 – верхнеберцовая пр., 3 – нижнеберцовая пр., 4 – плюсневая пр., 5 – верхнеберцовая лев., 6 – нижнеберцовая лев., 7 – плюсневая лев. * – достоверно, при P <0,05.

Временная структура КинС, извлеченных из различных наборов данных, включающих данные о величинах перемещений, скоростей и ускорений антропометрических точек представлены на рисунке 2. Обращает на себя внимание высокое соответствие коэффициентов активации первой синергии при произвольных локомоциях и вызываемых ЧЭССМ. Так, коэффициенты соответствия превышали 0,92±0,11, а с учетом разделения локомоторного цикла на две части, ориентируясь на направление движения можно говорить об очень высоком соответствии временной структуры – более 0,99±0,01 (рис. 2А). КинС скоростей антропометрических точек сегментов тела

демонстрировали низкое соответствие в разных экспериментальных условиях. Можно отметить несколько большее соответствие коэффициентов активации второй синергии в первой половине шагательного цикла (рис. 2Б). КинС ускорений не демонстрировали динамики изменений в процессе цикла шага, а различия при сравнении их в условиях произвольной ходьбы и при ЧЭССМ оказывались существенными. Сравнение коэффициентов активации КинС амплитуды движений суставных углов показало высокое их сходство, также в большей степени проявляющееся в первой половине цикла шага – более 0,99±0,02.

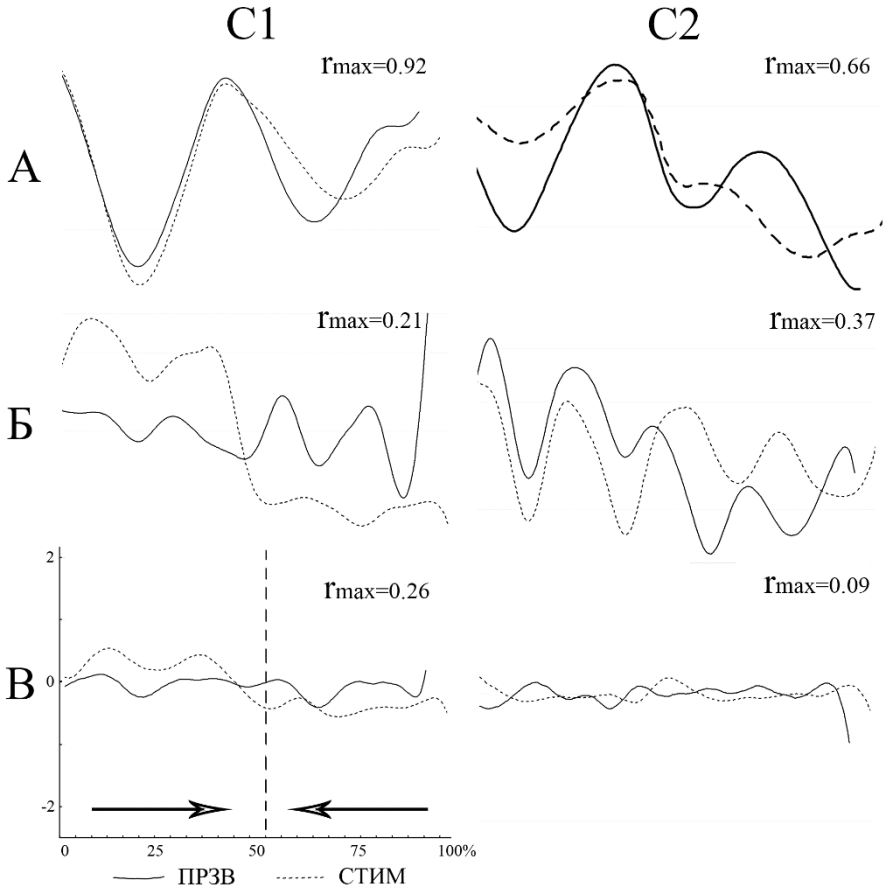


Рис. 2. Коэффициенты активации КинС при произвольных и вызываемых ЧЭССМ локомоция: А – КинС перемещений, Б – КинС скоростей, В – КинС ускорений. По оси абсцисс – прогресс цикла шага, по оси ординат – у.е. Стрелками показано направление движений ноги по сагиттальной оси. С1,2 – номер синергии.

Заключение. Таким образом, компоненты, выявляемые при факторизации данных, включающие вариационные ряды перемещений, скоростей и ускорений антропометрических точек

сегментов тела, а также величины суставных углов, образуют две синергии. Сравнительный анализ пространственной их структуры в условиях произвольно выполняемых локомоций и при шагоподобных движениях, инициируемых ЧЭССМ показывает высокое сходство паттернов синергий, но отмечаются существенные различия в степени вовлечения различных сегментов нижних конечностей в синергию. Временна́я структура кинематических синергий при произвольной ходьбе и при ЧЭССМ имеет схожие паттерны по данным перемещений и величинам суставных углов, преимущественно в первой половине цикла шага. Наблюдаемые закономерности пространственно-временной стурктуры кинематических синергий, вероятно, связаны с преимущественным воздействием чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на ритмогенерирующую часть спинальной нейрональной сети, при этом паттернообразующая часть синергии остается более стабильной.

Список литературы

Александров А.В., Фролов А.А. 2010. Организация прямого двигательного управления при наклонах корпуса человека // Российский журнал биомеханики. Т. 14. № 3. С.19-35.

Gorodnichev R.M., Pivovarova E.A., Puhov A., Moiseev S.A., Gerasimenko Y.P., Savochin A.A., Moshonkina T.R., Chsherbakova N.A., Kilimnik V.A., Selionov V.A., Kozlovskaya I.B., Edgerton V.R. 2012. Transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord: a noninvasive tool for the activation of stepping pattern generators in humans // Human Physiology. V. 38. № 2. C.158-167.

Hogan N., Sternad D. 2007. On rhythmic and discrete movements: reflections, definitions and implications for motor control// Exp Brain Res V. 181. № 1. P. 13-30.

Latash M.L. 2020. On Primitives in Motor Control // Motor Control. V. 24. № 2. P. 318-346.

Minyaeva A.V., Moiseev S.A., Pukhov A.M., Savokhin A.A., Gerasimenko Y.P., Moshonkina T.R. 2017. Response of external inspiration to the movements induced by transcutaneous spinal cord stimulation // Human Physiology. V.43. № 5. P. 43-51.

Moiseev S., Pukhov A., Mikhailova E. et al. 2022. Methodological and computational aspects of extracting extensive muscle synergies in moderate-intensity locomotions // J Evol Biochem Phys. № 58. P. 88-97.

Scholz J.P., Schöner G. 1999. The uncontrolled manifold concept: identifying control variables for a functional task // Exp Brain Res. V. 126. № 3. P. 289-306.

Stetter B.J., Herzog M., Möhler F., Sell S., Stein T. 2020. Modularity in Motor Control: Similarities in Kinematic Synergies Across Varying Locomotion Tasks // Front Sports Act Living. № 2. P. 596063.

Ting L.H., Macpherson J.M. 2005. A limited set of muscle synergies for force control during a postural task // Journal of Neurophysiology.V. 93. № 1. P. 609-613.

SYNERGETIC CONTROL OF THE LOCOMOTION'S KINEMATIC STRUCTURE UNDER THE SPINAL CORD TRANSCUTANEOUS STIMULATION

S.A. Moiseev
Velikiye Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikiye Luki

We studied the kinematic synergies during voluntary locomotion and step-like movements initiated by transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord. A high similarity of the spatial structure of synergy was shown with significant differences in the degree of involvement of various segments of the lower extremities. The observed differences are associated with the predominant effect of transcutaneous electrical stimulation on the rhythm-generating part of the spinal neuronal network, while its pattern-forming part remains more stable.
Keywords: *kinematic synergies, locomotion, electrical stimulation of the spinal cord, motor control*.

Об авторе

МОИСЕЕВ Сергей Александрович – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник научно-исследовательского института «Проблем спорта и оздоровительной физической культуры» Великолукской государственной академии физической культуры и спорта, 182105, Великие Луки, пл. Юбилейная 4, e-mail: sergey_moiseev@vlgafc.ru.

Моисеев С.А. Синергетический контроль кинематической структуры локомоций в условиях чрезкожной стимуляции спинного мозга / С.А. Моисеев // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 15-23.

БИОХИМИЯ

УДК 577.3.043;537
DOI: 10.26456/vtbio277

ИЗУЧЕНИЕ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ДНК КЛЕТОК РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РАДИОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ*

И.А. Варганова, Я.И. Медведев, Е.А. Никанорова, К.Ю. Иванов, В.И. Нагиба
Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики, Саров

Повреждаемость ДНК лимфоцитов периферической крови и клеток головного мозга крыс оценивали щелочной версией метода «ДНК-комет» сразу после действия электромагнитного излучения и тестирующего УФ - излучения. Установлено, что низкоинтенсивное электромагнитное излучение увеличивало повреждаемость ДНК клеток крови и головного мозга по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$). Содержание ДНК в «хвосте кометы» в клетках головного мозга оказалось в 2 раза ниже, чем в клетках крови. Дополнительная тестирующая УФ-нагрузка усиливала биоэффекты действия ЭМИ.
Ключевые слова: *метод «ДНК-комет», лимфоциты, клетки головного мозга, электромагнитное излучение, УФ – облучение.*

Введение. В последние десятилетия радиочастотные электромагнитные излучения (ЭМИ) стали ведущим техногенным фактором окружающей среды. С глобальным развитием сотовой связи постоянное действие ЭМИ сопровождается локальным воздействием на мозг. При этом в настоящее время отсутствует единая точка зрения относительно риска связи использования сотовой связи при развитии патологических процессов в головном мозге (Одинаев и др., 2015; Григорьев и др., 2018).

Известно, что основным событием, приводящим к злокачественному перерождению клеток, является образование повреждений ДНК (Alhmoud et al., 2020). Опубликованные к настоящему времени сведения о способности радиочастотного ЭМИ вызывать повреждения ДНК носят противоречивый характер (Malyapa et al., 2006; Sakuma et al., 2006; Phillips et al., 2009; Akdag et al., 2016;

* Работа выполнена в рамках фундаментальных и прикладных исследований, проводимых во ФГУП «РФЯЦ - ВНИИЭФ»,

© Варганова И.А., Медведев Я.И., Никанорова Е.А., Иванов К.Ю., Нагиба В.И., 2022

Danese et al, 2017). В ряде исследований показано, что ЭМИ радиочастотного диапазона не вызывает повреждения ДНК (Malyapa et al., 1997; Malyapa et al., 2006; Sakuma et al., 2006). Согласно другим авторам, низкоинтенсивное ЭМИ вызывает образование однонитевых разрывов ДНК и щелочно - лабильных сайтов (Kesari et al., 2009; Trosic et al., 2011; Alkis et al., 2019).

В настоящее время для количественной оценки повреждений ДНК в клетках различных тканей часто используют метод «ДНК-комет» (Singh et al, 1998; Попова и др., 2008; O'Donoghue et al, 2021; Tahara et al, 2021). Метод применим в системах *in vivo* и *in vitro*, что определяет его возможности при исследовании собственных генотоксических свойств изучаемого фактора и его способности модифицировать действие других генотоксических факторов (Moller et al., 2020; O'Donoghue et al., 2021; Tahara et al., 2021). УФ - излучение применяется в молекулярно-генетических исследованиях в качестве тестирующей нагрузки для индукции фотохимических повреждений ДНК и оценки эффективности их репарации (Gocke et al, 2000; Никанорова и др., 2002).

Целью работы являлась сравнительная оценка уровня повреждений ДНК в клетках крови и головного мозга, индуцированных УФ - излучением и модулированным ЭМИ частотой 1000 МГц.

Методика. Исследования проводили *in vivo* на 52 белых беспородных крысах - самцах массой 180-220 граммов. Животных содержали в виварии при комбинированном освещении в стандартных условиях (температура 22±2 °С, относительная влажность 60±10 %), размещая их без ограничения передвижения в клетках по четыре особи в каждой. Для подстилки использовали древесные опилки. В качестве корма – стандартный комбикорм гранулированный полнорационный для лабораторных животных (экструдированный), ГОСТ Р 50258-92. Доступ животных к корму и воде – свободный. При выполнении работ пользовались международными стандартами по защите животных, используемых для экспериментальных исследований в научных целях (Directive 2010/63/EU of the European Parliament and the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purpose. Official Journal of the EU. 2010; 276: 33-79.)

В ходе исследования были сформированы экспериментальные и контрольные группы для оценки повреждений ДНК в клетках крови (по 16 животных в группе) и в клетках головного мозга (по 10 животных в группе).

Животных экспериментальных групп подвергали однократному 30-минутному действию низкоинтенсивного импульсно-модулированного ЭМИ частотой 1000 МГц и плотностью потока

энергии не более 85 мкВт/см^2. Источником воздействия являлась лабораторная радиотехническая установка, включающая генератор,

усилитель и рупорную антенну. Интенсивность ЭМИ оценивали измерителем ПЗ-41 (Россия). Контролем служили животные, которых по аналогичной схеме помещали в рабочую зону выключенного генератора ЭМИ. Во время воздействия животные находились в контейнере из оргстекла без фиксации.

Сразу после окончания воздействия у животных из подъязычной вены забирали образцы крови в пластиковые пробирки с Li-гепарином (Россия) в конечной концентрации 50 Ед/мл. Гомогенизированные суспензии клеток головного мозга получали на холоде согласно рекомендациям (Kesari et al.; 2010) с использованием гомогенизатора Millipore, Sigma-Aldrich.

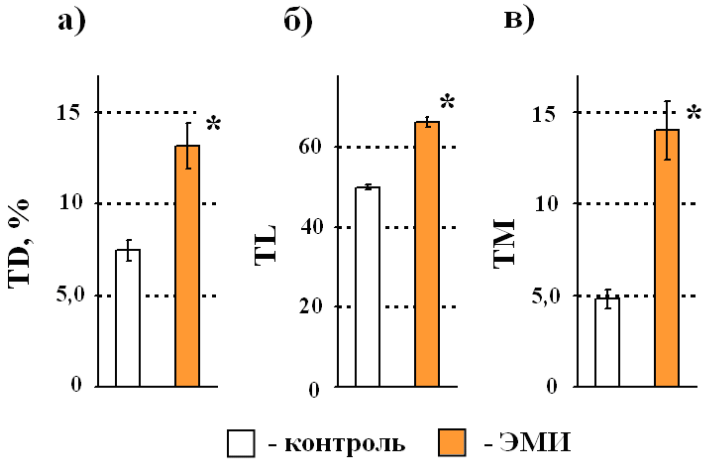
Индуцированные повреждения ДНК вызывали с помощью тестирующего УФ-воздействия лампы «Philips» (Голландия) с длиной волны 254 нм и мощностью дозы 60 Дж/см^2 на подготовленные микрогелевые препараты клеток крови и клеток головного мозга.

Уровень повреждений ДНК клеток регистрировали с помощью щелочной версии метода ДНК-комет согласно (Гайдай и др., 2020; Moller et al., 2020). Суспензии клеток помещали в раствор 0,5% легкоплавкой агарозы (США) при 37^{o}C, ресуспендировали, наносили на предварительно покрытые 0,1% универсальной агарозой (США) предметные стекла, накрывали покровным стеклом и помещали на лед. После затвердевания агарозы препараты переносили в стеклянную кювету, заливали предварительно охлажденным до 4^{o}C лизирующим буфером и инкубировали не менее 1 ч. По окончании лизиса микропрепараты переносили в камеру для электрофореза, которую заполняли буфером для электрофореза (300 мМ NaOH, 1 мМ Na_2EDTA, pH>13). Приготовленные препараты инкубировали в течение 20 мин для реализации щелочно-лабильных сайтов и щелочной денатурации ДНК. Затем проводили электрофорез в течение 20 мин при напряжении 25 В и силе тока ~300 мА. По окончании электрофореза микропрепараты ополаскивали 0.4 М Tris-HCl, pH 7.4; перемещали в стеклянную кювету, фиксировали в серии спиртов по 1 мин (концентрации C_2H_5OH составляли 70%, 85% и 100% соответственно) и высушивали. Непосредственно перед микроскопированием микропрепараты окрашивали высокоселективным флуоресцирующим красителем SYBR Green I (США) в течение 20 мин в темноте. После окрашивания на слайдах видны характерные изображения, напоминающие «комету» с «головой» и «хвостом». Для последующего анализа изображений «ДНК-комет» использовали программно-аппаратный комплекс с

использованием флуоресцентного микроскопа «Axioplan» (Германия), подключенного к персональному компьютеру и оснащенного ртутной лампой 50 W и ПЗС-камерой «Матрица-1,4M/16U» (Россия). Полученные изображения ДНК-комет фотографировали и анализировали с использованием программного обеспечения «Comet» (ИПУ, Россия). С каждого микропрепарата проанализировано не менее 100 клеток (Попова и др., 2008). Критериями оценки повреждаемости ДНК являлись: содержание ДНК в «хвосте кометы» (TD, %), длина «хвоста кометы» (TL) и величина «хвостового момента» (TM).

Данные эксперимента обрабатывали общепринятыми методами с учетом характера распределения показателей. Анализ результатов выполняли с помощью t - критерия Стьюдента и критерия Манна-Уитни, используя возможности «Microsoft Excel» согласно (Moller et al., 2014). Различия между сравниваемыми величинами считались статистически достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. Результаты оценки уровня повреждений ДНК в клетках крови и головного мозга у животных контрольных и экспериментальных групп представлены на рисунках 1 – 2.

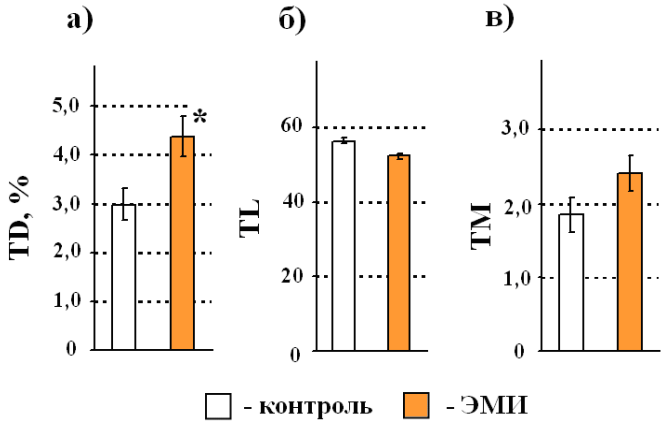


* - статистически значимое отличие от среднего значения в контроле; $p \leq 0,05$

Рис. 1**.** Средние значения показателей метода «ДНК-комет» в клетках крови крыс, подвергавшихся действию ЭМИ: а) по содержанию ДНК в «хвосте кометы» (TD, %); б) по длине «хвоста кометы» (TL); в) по величине «хвостового момента» (TM).

Настоящее исследование показало, что действие ЭМИ приводило к увеличению повреждаемости ДНК в клетках крови: в экспериментальной группе: уровень повреждений ДНК по всем показателям метода «ДНК-комет» оказался достоверно выше по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$).

Электромагнитное излучение вызывало повреждение ДНК клеток головного мозга: в экспериментальной группе уровень повреждений, оцененный по содержанию ДНК в «хвосте кометы», был достоверно выше, чем в контрольной ($p \leq 0,05$). По показателю «TD» повреждаемость ДНК была в ≈2 раза ниже по сравнению с клетками крови; очевидно клетки мозга оказались более устойчивы к однократному действию радиочастотного ЭМИ.

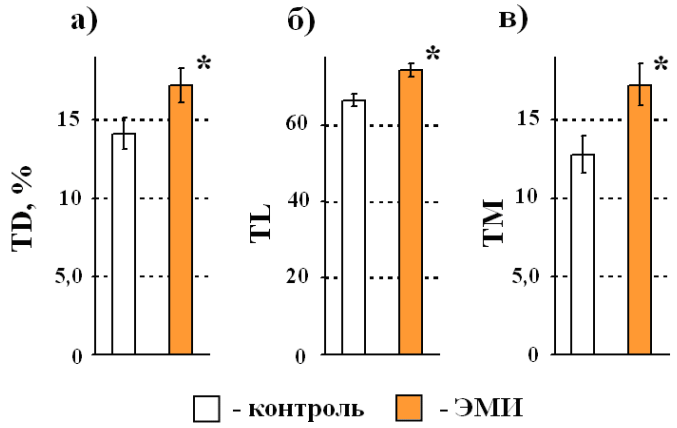


* - статистически значимое отличие от среднего значения в контроле; $p \leq 0,05$

Рис. 2. Средние значения показателей метода «ДНК-комет» в клетках головного мозга крыс, подвергавшихся действию ЭМИ: а) по содержанию ДНК в «хвосте кометы» (TD, %); б) по длине «хвоста кометы» (TL); в) по величине «хвостового момента» (TM)

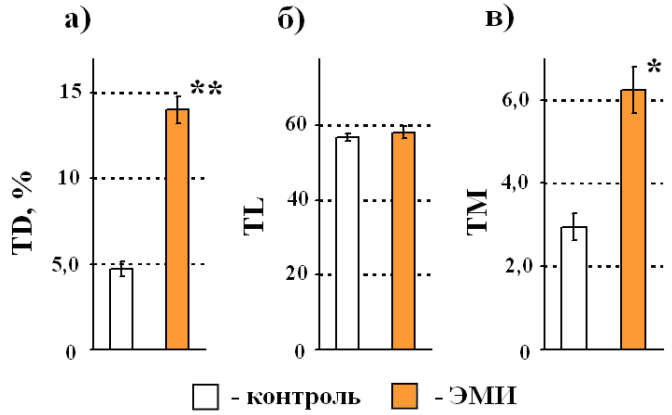
Полученные данные согласуются с опубликованными результатами исследований, подтверждающими генотоксические свойства ЭМИ радиочастотного диапазона (Kesari et al, 2009; Наквасина и др., 2016; Alkis et al, 2019). Работы последних лет показали, что воздействие нетеплового ЭМИ может приводить к увеличению показателей метода «ДНК – комет» и к образованию одиночных разрывов ДНК; к росту значений перекисного окисления липидов и образованию окислительных повреждений ДНК в лобных долях тканей мозга крыс (Alkis et al, 2019; Kesari et al, 2009). Методом ДНК-комет, проводимого в щелочных условиях, было показано, что электромагнитные колебания (2,4 ГГц) напрямую индуцируют образование однонитевых разрывов ДНК в клетках головного мозга крыс (Lai, Singh, 1995; Hartmann et al, 2004).

Результаты анализа уровня индуцированных тестирующим УФ - излучением повреждений ДНК в клетках крови и головного мозга у животных контрольных и экспериментальных групп представлены на рисунках 3 - 4.



* - статистически значимое отличие от среднего значения в контроле; p≤0,05

Рис. 3. Средние значения показателей метода «ДНК-комет» в клетках крови крыс после УФ - облучения: а) по содержанию ДНК в «хвосте кометы» (TD, %); б) по длине «хвоста кометы» (TL); в) по величине «хвостового момента» (TM).



* - статистически значимое отличие от среднего значения в контроле; p≤0,01

** - статистически значимое отличие от среднего значения в контроле; p≤0,01

Рис. 4. Средние значения показателей метода «ДНК-комет» в клетках головного мозга крыс, после УФ - облучения: а) по содержанию ДНК в «хвосте кометы» (TD, %); б) по длине «хвоста кометы» (TL); в) по величине «хвостового момента» (TM)

Установлено, что в обеих экспериментальных группах уровень УФ - индуцированных повреждений ДНК значимо превышал соответствующие контрольные значения по всем показателям метода (p≤0,05), за исключением показателя TL для клеток головного мозга.

По сравнению с опытом без УФ – нагрузки, в клетках крови наблюдали прирост повреждений ДНК по всем оценочным параметрам метода; по показателю TD прирост составил: в ≈1,9 раза в контроле и в ≈1,2 раза в «ЭМИ - группе».

Следует отметить, что в экспериментах на выделенных лимфоцитах человека при УФ-облучении (240–390 нм) в диапазоне доз 151–3020 Дж/м^2 другие авторы регистрировали фрагментацию и однонитевые разрывы ДНК лимфоцитов. При этом повышалась степень поврежденности ДНК, что указывало на нарушения в системах репарации ДНК в УФ - модифицированных лимфоцитах (Артюхов и др., 2011; Наквасина и др., 2016).

В клетках головного мозга была выявлена несколько иная картина: по сравнению с опытом без УФ - нагрузки прирост повреждений ДНК по показателю TD составил ≈ в 1,6 раза в контроле и ≈ в 3,2 раза в «ЭМИ-группе». Необходимо отметить, что в ходе анализа на слайдах обеих экспериментальных групп визуально определяли большое число клеток с признаками апоптоза. Таким образом, клетки
мозга оказались восприимчивой системой организма, в которой комбинация двух физических факторов больше влияла на риск возникновения патологических процессов.

Полученные нами данные о повышенном уровне УФ – индуцированной поврежденности ДНК клеток крови и мозга косвенно указывают на сниженную активность системы репарации. При этом нарушается баланс между образованием эксцизионных разрывов и их восстановлением. Похожие результаты, касающиеся чувствительности ДНК к воздействию ультрафиолетового излучения, получены в ряде других исследований (Наквасина и др., 2016; Артюхов и др., 2011; Tahara et al, 2021; Сорочинская 2008; Охлопков 2017). Эффекты, вызываемые воздействием УФ - излучения, зависят не только от длины волны и дозы облучения, но и от типа клеток. Степень УФ-индуцированного стресса и защита от него определяются как внутриклеточными, так и межклеточными молекулярными взаимодействиями (Артюхов и др., 2011).

Таким образом, полученные результаты подтверждаются данными других исследователей, которые методом «ДНК-комет» выявили способность ЭМИ радиочастотного диапазона усиливать генотоксическое действие физических и химических агентов (Baohong et al., 2005; Сорочинская 2008; Jiang et al., 2012).

Заключение. Нетепловое модулированное ЭМИ частотой 1000 МГц приводило к увеличению повреждаемости ДНК клеток крови и мозга у лабораторных животных. Дополнительная тестирующая УФ-нагрузка усиливала биоэффекты действия ЭМИ.

Сравнительный анализ отклика на факторы воздействия для клеток крови и головного мозга показал меньшую выраженность биоэффектов действия ЭМИ в клетках мозга без тестирующей нагрузки. Однако при комбинации ЭМИ и последующего тестирующего УФ - облучения степень повреждаемости ДНК в клетках мозга непропорционально резко возрастала по сравнению с откликом ДНК клеток крови, что указывает на слабую устойчивость клеток мозга к комплексу вредных воздействующих факторов.

Список литературы

Артюхов В.Г., Трубицына М.С., Наквасина М.А. 2011. Фрагментация ДНК лимфоцитов человека в динамике развития апоптоза, индуцированного воздействием УФ-излучения и активных форм кислорода // Цитология. Т.53. №.1. С. 61-67.

Гайдай Е.А., Дорофеева А.А., Крышень А.Н., Гайдай Д.С. 2020. Методические аспекты проведения ДНК - комет-теста в условиях in vivo в доклинических исследованиях // Лабораторные животные для научных исследований. Т. 03. С. 16-24.

Григорьев Ю.Г. 2018. От электромагнитного смога до электромагнитного хаоса. К оценке опасности мобильной связи для здоровья населения. Медицинская радиология и радиационная безопасность // Медицинская радиология и радиационная безопасность.Т. 63. № 3. С. 28 - 33.

Наквасина М.А., Гюппенен М.А., Колтаков И.А. 2016. Исследование влияния экзогенного кальция на структурно-функциональное состояние лимфоцитов человека // Вестн. ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. №. 4. С. 67–72.

Никанорова Е.А., Иванов К.Ю., Хаймович Т.И. 2002. Изучение репаративного синтеза ДНК в лимфоцитах профессионалов-атомщиков. // Радиационная биология. Радиоэкология. Т. 42. № 6. С. 759-64.

Охлопков В.А., Гудинова Ж.В., Полещук Е.И., и др. 2017. Результаты изучения динамики уровня поврежденности ДНК мононуклеарных клеток крови у больных псориазом под воздействием фототерапии // Саратовский научно-медицинский журнал. Т. 13. № 3.С. 622-628.

Попова, Г.М., Дружинин Ю.О., Степанов В.Н 2008. Программно-аппаратный комплекс оценки индивидуальной радиочувствительности онкологических больных по методу «комет» // Альманах клинической медицины. Т. 17. № 1. С. 368-370.

Сорочинская У.Б., Михайленко В.М. 2008. Применение метода ДНК-комет для оценки повреждений ДНК, вызванных различными агентами окружающей среды // Онкология. Т.10. №.3. С. 303-309.

Одинаев Ф.И., Одинаев Ш.Ф., Шафиев Ш.И., Шутова С.В. 2015. Электромагнитные излучения и здоровье человека // Вестник ТГУ. Т. 20. № 6. С. 55-59.

Akdag M.Z., Dasdag S, Canturk F. et.al. 2016. Does prolonged radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi devices induce DNA damage in various tissues

of rats? // Journal of Chemical Neuroanatomy. V. 75. P. 116-22.

Alkis M.E, Bilgin H.M., Akpolat V. 2019. Effect of 900-, 1800-, and 2100-MHz radiofrequency radiation on DNA and oxidative stress in brain // Electromagnetic Biology and Medicine. V. 38. №. 1. P. 32-47.

Alhmoud J.F., Woolley J.F., Moustafa A.E., Malki M.I. 2020. DNA damage repair management in cancers // Cancers (Basel). V. 12. №. 4. P. 1050.

Baohong W., Jiliang H., Lifen J., Deqiang L., Wei Z., Jianlin L., Hongping D. 2005. Studying the synergistic damage effects induced by 1.8 GHz radiofrequency field radiation (RFR) with four chemical mutagens on human lymphocyte DNA using comet assay in vitro // Mutation Research. V. 578. № 2. P. 149-157.

Danese E., Lippi G., Buonocore R. 2017. Mobile phone radiofrequency exposure has no effect on DNA double strand breaks (DSB) in human lymphocytes // Annals of Translational Medicine. V. 5. № 13.P. 272.

Gocke E, Müller L, Guzzie PJ, et al. 2000. Considerations on photochemical genotoxicity: Report of the International Workshop on Genotoxicity // Env Mol Mutagenesis. V. 35. № 3. P. 173-184.

Hartmann A, Schumacher M. Plappert-Helbig U. 2004. Use of the alkaline in vivo Comet assay for mechanistic genotoxicity investigations // Mutagenesis. V. 19. № 1. P. 51.

Jiang B., Nie J., Zhou Z. et al. 2012. Adaptive response in mice exposed to 900 MHz radiofrequency fields: primary DNA damage // PLoS One. V. 7. №.. 2. P. 135.

Kesari K.K., Behari J., Kumar S. 2009. Fifty-gigahertz microwave exposure effect of radiations on rat brain // International Journal of Radiation Biology. V. 158. № 1. P. 126-139.

Kesari K.K., Behari J., Kumar S. 2010. Mutagenic response of 2.45GHz radiation exposure on rat brain // International Journal of Radiation Biology. V. 86. №. 4. P. 334–343.

Lai H., Singh N. P. 1995. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells // Bioelectromagnetics. V. 16. P. 207.

Malyapa R.S., Ahern E.W., Straube W.L. et.al. 1997. Measurement of DNA damage after exposure to electromagnetic radiation in the cellular phone communication frequency band (835.62 and 847.74 MHz) // Radiat Res Dec. V. 148. №. 6. P. 618-627.

Malyapa R.S., Ahern E.W., Straube W.L. et.al. 2006. Measurement of DNA damage after exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation // Bioelectromagnetics. V. 27. № 1. P. 51-57.

Moller P., Azqueta QA., Boutet-Robinet E. et.al. 2020. Minimum Information for Reporting on the Comet Assay (MIRCA): recommendations for describing comet assay procedures and results \\ Nat Protoc. Dec. V. 15. №. 12. P. 3817-3826.

Moller P., Loft S. 2014. Statistical analysis of comet assay results // Genet. V. 5. P. 292.

O'Donoghue J.L., Beevers C., Buard A. 2021. Hvdroquinone: assessment of genotoxic potential in the in vivo alkaline comet assay // Toxicology Reports.

V. 8. P. 206-214.

Phillips J.L., Singh N. P., Lai H. 2009. Electromagnetic fields and DNA damage // Pathophysiology. № 2. P. 79-88.

Sakuma N., Komatsubara Y., Takeda H. 2006. DNA strand breaks are not induced in human cells exposed to 2.1425 GHz band CW and W-CDMA modulated radiofrequency fields allocated to mobile radio base stations // Bioelectromagnetics. V. 27. № 1. P. 51-57.

Singh N.P., McCoy M.T., Tice R.R. 1998. A simple technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cell // Experimental Cell Research. V. 175. № 1. P. 184-191.

Tahara H., Yamagiwa Y., Haranosono Y. 2021. In vivo comet assay in rabbit corneal epithelial cells following ocular instillation with genotoxic compounds // Genes Environ. V. 43. № 1. P. 11.

Trosic I., Pavicic I, Milkovic-Kraus S. 2011. Effect of electromagnetic radiofrequency radiation on the rats' brain, liver and kidney cells, measured by Comet Assay. Impact of radiofrequency radiation on rat's DNA // Coll Antropol. V. 35. № 4. P. 1259-1264.

STUDY OF DAMAGE TO DNA IN CELLS OF VARIOUS TISSUES UNDER INFLUENCE OF RADIO-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION

I.A. Varganova, Ya.I. Medvedev, E.A. Nikanorova, K. Yu.Ivanov, V.I. Nagiba

Russian Federal Nuclear Center - All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Physics, Sarov

We assessed the damage to DNA in peripheral blood lymphocytes and rat brain cells by the alkaline version of the "DNA comet" method immediately after exposure to electromagnetic radiation and testing UV radiation. We found that low-intensity electromagnetic radiation increased the level of the damage to DNA in blood and brain cells compared to the control ($p \leq 0.05$). The content of DNA in the "comet tail" in brain cells turned out to be 2 times lower than in blood cells. An additional UV-load enhanced the bioeffects of the EMR action.

***Keywords*:** *"DNA-comet" method, lymphocytes, brain cells, electromagnetic radiation, UV-irradiation.*

Об авторах:

ВАРГАНОВА Ирина Александровна – младший научный сотрудник молекулярно-биологической группы ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ отделения 7048, ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики», 607188, Саров, Нижегородская обл., пр. Мира, д. 37; e-mail: ira.plastinina.82@mail.ru.

МЕДВЕДЕВ Ярослав Игоревич – младший научный сотрудник молекулярно-биологической группы ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ отделения 7048, ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики», 607188, Саров, Нижегородская обл., пр. Мира, д. 37.

НИКАНОРОВА Евгения Анатольевна – кандидат биологических наук, начальник молекулярно-биологической группы отделения 7048, ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики», 607188, Саров, Нижегородская обл., пр. Мира, д. 37.

ИВАНОВ Кирилл Юрьевич – старший научный сотрудник молекулярно-биологической группы ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ отделения 7048, ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики», 607188, Саров, Нижегородская обл., пр. Мира, д. 37.

НАГИБА Вадим Игоревич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник молекулярно-биологической группы отделения 7048, ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной физики», 607188, Саров, Нижегородская обл., пр. Мира, д. 37.

Варганова И.А. Изучение повреждаемости ДНК клеток различных тканей при воздействии радиочастотного электромагнитного излучения / И.А. Варганова, Я.И. Медведев, Е.А. Никанорова, К.Ю. Иванов, В.И. Нагиба // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 24-34.

ЗООЛОГИЯ

УДК 591.543.43:598.288.6
DOI: 10.26456/vtbio278

САМАЯ ПОЗДНЯЯ ВСТРЕЧА ЧЕРНОГОЛОВОЙ СЛАВКИ (*SYLVIA ATRICAPILLA*) В ТВЕРИ

А.А. Виноградов
Тверской государственный университет, Тверь

В работе анализируются случаи позднеосенних и зимних встреч черноголовой славки в России и за её пределами в осенний миграционный период. Приводися детальный анализ кормового поведения славки, встреченной в г. Твери в ноябре 2022 года. На основании собственных наблюдений в течение 3 дней и информации из литературы предполагаюся основные причины, приводящие к регистрациям поздних встреч черноголовок, как в пределах гнездового ареала вида, так и за его границами.
Ключевые слова: *миграционный период, обратная миграция, кормовая активность, видеонаблюдения.*

Введение. В последние десятилетия участились случаи регистрации черноголовых славок в позднеосеннее и зимнее время на всём ареале вида. Особенно явно этот феномен наблюдался и продолжает наблюдаться в Великобритании и Скандинавии.

Установлено и доказано повторными отловами окольцованных птиц, что для Великобритании с 60-х годов прошлого столетия формировалась и к настоящему моменту уже сформирована стабильная, регулярная область зимовки этого вида. Этот феномен был определён как «обратная осенняя миграция» птиц с континентальной Европы в Великобританию, где черноголовки проводят зиму, а весной возвращаются в места гнездования в континентальной Европе.

В странах Скандинавии также отмечаются отловы окольцованных пицц из континентальной Европы в позднеосенний и раннезимний период и даже однажды поздней зимой. Однако, о формировании регулярной зоны зимовки здесь пока говорить не приходится, т.к. нет установленных фактов возвратов в Скандинавские страны птиц окольцованных здесь прошлой зимой, а также подтверждений повторных отловов птиц, окольцованных в зимний период в Скандинавии в гнездовых областях континентальной Европы. Так что «обратная осенняя миграция» в Скандинавию пока не привела к формированию новой северной стабильной и регулярной области зимовок.

© Виноградов А.А., 2022

В то же время, на всей территории гнездового ареала черноголовки в нашей стране регулярно, и уже более века, регистрируются позднеосенние и даже раннезимние встречи черноголовок. Более того, и далеко за пределами гнездового ареала вида к северу и северо-востоку в нашей стране такие регулярные встречи, хоть и не многочисленные, всё это время отмечались.

К сожалению, в литературе нет подробных описаний жизни птиц в позднееосенний и зимний периоды. Мне представился случай провести наблюдения за черноголовой славкой в течение 3-х последних дней её пребывания в конце ноября 2022 года на моём приусадебном участке в г. Твери.

Результаты наблюдений и излагаются в настоящей статье.

Методика. Для анализа детализации всех основных жизненных проявлений молодого самца этого года раждения черноголовой славки в зимних условиях в г. Твери, использовалась их видеорегистрация с помощью фотоаппарата Panasonic FZ-100, который устанавливался в режиме видеозаписи на максимально возможно близком от кормящейся птицы расстоянии. Осуществлялся мониторинг кормовой активности черноголовки в течение 3-х дней в конце ноября 2022 года. Общее время беспрерывных наблюдений за активностью славки составило более 6 часов. Анализу подверглись 2 часа видеозаписей ключевых моментов поведения черноголовки в разное время светлого времени суток с помощью просмотровой программы видеоредактора Panasonic.

Произведены расчёты средей суточной нормы потребления плодов бузины чёрной в каждый из дней наблюдений птицы и установлено предположительные сроки пребывания птицы во дворе нашего дома, исходя из общего расчётного количество потреблённых славкой плодов по количеству использованных соплодий и среднему расчетному количеству плодов в одном соплодии.

Произведён анализ литературы по теме исследований и на основании имеющихся данных предложены варианты возможных причин, объясняющих наблюдаемые в последние десятилетия поздние встречи черноголовок, как в пределах гнездового ареала вида, так и за его границами.

Результаты и обсуждение. 27 ноября 2022 г. во дворе частного дома в посёлке им. Крупской г. Твери мною был отмечен молодой самец черноголовой славки (*Silvia atricapilla*) этого года рождения (рис. 1). Температура воздуха, при почти полном безветрии, была около -4 – -6°С.

Рис. 1. Самец черноголовой славки этого года рождения (sad) в кусте бузины черной, 27.11.2022, пос. им. Крупской г. Твери. Фото автора.

К сожалению, я не очень внимательно разглядывал все потаённые уголки приусадебной территории нашего дома до этой даты и, вероятнее всего, эта птица, хотя бы временами, посещала наш двор с начала осени. Славка была зарегистрирована в 13 часов на кусте бузины чёрной (*Sambúcus nígra*), с приличным количеством, оставшихся в зиму соплодий на её ветвях.

Температура воздуха большую часть ноября была устойчиво ниже 0°С, несколько дней и днём и ночью даже ниже -6°С, а с 16 ноября сформировался устойчивый снежный покров. Отрицательные температуры воздуха регистрировались неоднократно ночами и в октябре (табл. 1, 2).

Таблица 1

Состояние погоды в октябре 2022г. по данным из архива метеосводок по г. Твери (http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=27402&bday=1&fday=16&amonth=10&ayear=2011&bot=2)

Октябрь	Явления	Tmin (C)	Tmax (C)	Осадки (мм)	Высота снега (см)
1	слаб. ливневой дождь	+5.2	+12.2	0.7	
2	слаб. морось	+7.8	+9.7	18,2	
3	слаб. дождь	+7.7	+15.0	34	
4	слаб. ливневой дождь	+7.7	+11.0	8.4	
5	слаб. ливневой дождь	+4.9	+9.5	2,2	
6	слаб. дождь	+5.6	+12.2	0.6	
7		+9.8	+14.2		

Октябрь	Явления	Tmin (C)	Tmax (C)	Осадки (мм)	Высота снега (см)
8		+7.8	+15.3		
9	слаб. ливневой дождь	+9.5	+10.3	11	
10		+2.9	+12.2	1	
11		**-2.7**	+13.7		
12	слаб. ливневой дождь	**-1.3**	+11.5	0.3	
13		+1.2	+7.2	0.0	
14		**-3.4**	+9.9		
15		+1.6	+13.6		
16		+2.7	+13.8		
17	слаб. ливневой дождь	+7.1	+12.2	1,4	
18	ливневой дождь	+6.2	+7.4	14	
19		+4.9	+8.5		
20	слаб. ливневой дождь	+3.6	+4.1	0.4	
21	слаб. ливневой дождь	+1.6	+6.4	1.3	
22	слаб. дождь	+3.4	+6.9	3,5	
23		+3.1	+7.4	0.4	
24	слаб. морось *{ливн. дождь, морось}*	+4.7	+7.7	2,9	
25		**-4.8**	+4.5		
26	*{ливн. снег}*	+0.3	+6.9	0.6	
27	*{дождь}*	+2.3	+7.2	0.2	
28	слаб. морось *{ливн. дождь, дождь}*	+6.3	+9.8	3,4	
29	слаб. дождь	+8.5	+9.9	2.8	
30	слаб. ливневой дождь	+9.4	+6.5	10	
31	*{ливн. дождь}* ливневой снег	**-1.0**	+2.8	2,1	1

Увиденная мною славка, 27 ноября вела себя чрезвычайно скромно – при минимальном количестве перемещений, да и в целом любых движений, находилась в неподвижном состоянии до 70-80 % времени наблюдений (около 1 часа), при этом птица распушила оперение и выглядела пушистым шариком с хвостиком. Однако, в моменты угрожающей опасности (моё приближение, пробегающие мимо собаки, кошки, пролетающие вороны и сороки) славка вполне адекватно реагировала – или быстро улетала или также быстро перемещалась в загущенные части куста. В спокойном же состоянии, птица просто сидела, нахохлившись, чаще рядом с соплодием замёрзших костянок бузины (рис. 1). Очень регулярно, в одной и той же повторности, она вдруг активно начинала клевать плоды (чаще срывала до 5-7 костянок подряд, с промежутками между клевками до

30 сек.), а после этого через примерно минуту выбрасывала вполне оформленный помёт.

Таблица 2

Состояние погоды в ноябре 2022 г.

Ноябрь	Явления	Tmin (C)	Tmax (C)	Осадки (мм)	Высота снега (см)
1	*{ливн. снег}*	**-0.9**	+3.6	0.1	
2	слаб. морось *{дождь}*	+1.4	+2.4	0.5	
3		**-2.8**	**-2.1**		
4		**-3.5**	**-0.9**		
5	*{снег}*	**-2.2**	**-1.7**	0.1	
6	слаб. ливневой снег	**-3.4**	+0.3	0.1	<0.5
7	слаб. морось *{снег}*	**-0.4**	+2.8	3	1
8	слаб. дождь	+2.5	+7.4	0.5	
9	слаб. морось *{дождь}*	+6.8	+10.8	0.6	
10	слаб. дождь *{морось}*	+8.4	+9.3	0.3	
11	слаб. морось *{дождь}*	+6.9	+9.5	8,4	
12	дождь	+8.0	+12.9	2,5	
13	*{ливн. дождь}*	+5.3	+7.2	1,1	
14	ливневой снег	**-2.1**	+1.9	0,2	
15	снег	**-1.8**	**-1.6**	8	
16	слаб. снег	**-6.8**	**-1.1**	3,9	6
17	слаб. ливневой снег	**-3.9**	**-2.5**	2,2	4
18	слаб. ливн. снег	**-7.3**	**-6.0**	3	7
19	слаб. снег	**-7.4**	**-4.0**	13	18
20	слаб. снег	**-6.2**	**-3.7**	4,2	15
21	снег	**-6.1**	**-4.7**	0,1	14
22	сильн. снег	**-6.6**	**-1.4**	12,6	13
23	слаб. морось [диам. гололёда 3 мм]	**-2.4**	**-0.8**	3,2	13
24	слаб. снег [диам. гололёда 3 мм]	**-5.9**	**-5.7**	5	15
25	[диам. гололёда 3 мм]	**-6.8**	**-6.3**		14
26	[диам. гололёда 3 мм]	**-9.3**	**-7.0**		13
27	*{снег}* [диам. гололёда 3 мм]	**-8.3**	**-4.5**	0,2	13
28	слаб. снег [диам. гололёда 3 мм]	**-6.0**	**-4.2**	2,1	14
29	*{ слаб. снег}* [диам. гололёда 3 мм]	**-5.7**	**-4.5**	0.3	14
30	[диам. гололёда 3 мм]	**-14.1**	**-8.4**		13

Ключевые моменты из жизни черноголовки в этот день, как впрочем, и в два последующих дня, я снимал на видео, а,

впоследствии, анализировал полученные видеоматериалы в просмотровой программе.

Несколько слов об общей ситуации на ноябрь 2022 г. в Твери и Тверской области. Общеизвестно и мною неоднократно подмечено, что появление в сентябре большого количества дроздов рябинников (*Turdus pilaris)* и в октябре свиристелей (*Bombycilla garrulus*), есть предвестник холодной осени и в целом зимы. Стаи в десятки и сотни рябинников отмечались в этом году с 15 сентября и продолжают отмечаться к моменту наблюдений, тысячные и сотенные стаи свиристелей отмечались с 23 октября. Урожай рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides*), рябины черноплодной (*Aronia melanocarpa*), боярышника (*Crataegus*) и др. ягодных деревьев и кустарников способствуют этому. Не исключение и довольно большой урожай бузины чёрной в соседском дворе. Там, за забором растёт один единственный куст и, как мне кажется, вообще один на весь посёлок и уже около 18 лет плодоносит. Во все года её плодами в зимний период времени никакие птицы не интересовались совсем. К моменту наблюдений почти весь урожай основных ягодных культур в ближайших окрестностях был уже почти съеден свиристелями, дроздами и снегирями (*Pyrrhula pyrrhula*), а костянки бузины, продолжают висеть соплодиями в большом количестве (рис. 2). Черноголовые славки почти ежегодно прилетали на бузину в сентябре-октябре и раньше, но не задерживались более чем на 1-3 дня, а плоды потребляли скорее как сопутствующий корм к основной пище – насекомым (рис. 3).

Вечером около 16-00 вернувшись с работы, я вновь отметил славку-черноголовку на том же кусте. К сожалению, мне не удалось проследить её пребывание на нём до темноты.

Анализ видеоматериалов за 27.11.2022 показал, что черноголовка за 10 мин. 42 сек. съела 25 костянок и совершила дефекацию 4 раза, т.е. на 1 помёт приходилось 6,25 костянки чёрной бузины.

Рис. 2. Куст бузины чёрной с соплодиями костянок, оставшимися на зиму, 27.11.2022, пос. им. Крупской г. Твери. Фото автора.

Рис. 3. Соплодие бузины черной с сорванными черноголовкой костянками на нашем кусте, 06.10.2018. Фото автора.

28 ноября в 15-12 я вновь увидел черноголовку на кусте бузины. По словам моих домочадцев, она была здесь и в течение всего утра и днём. Славка выглядела вполне здоровой, всегда распушенная, и опять большее количество времени сидела неподвижно, но также была очень

чутка к опасностям, адекватно и быстро реагировала на них и улетала или перелетала на ветки повыше.

В нашем саду осталось приличное количество яблок на ветках, но они черноголовку не интересовали. В этот день наблюдалось безветрие или очень слабый западный ветер, до 1 м/сек. Температура воздуха была в пределах -4–-5°С. На 10 мин. принимался идти очень мелкий снег.

Всё время своего нахождения в кусте славка распределяла так: кормёжка около 1-2 мин. (съедала до 5 костянок), затем около 2-4 мин. сидела на веточке и при этом совершала 1-2 дефекации. И всё повторялось заново. У свиристелей и рябинников (правда, они существенно больше по массе и размерам) кормёжка происходит по-иному – они набивают желудок ягодами максимально и затем улетают на переваривание всего этого подальше от кормового места. У черноголовки же фактически постоянное дробное и частое питание. Вопрос – почему? У меня есть только 2 варианта ответов:

1. Пищеварение быстрое, надо мало костянок для эффективного пищеварения.

2. Нельзя съедать сразу много плодов, т.к. плоды замороженные, и будут забирать тепло тела. Да и, размораживаясь в желудке в большом количестве, не дадут возможности быстрого и эффективного действия ферментов.

Отмечу, что славка почти всегда склёвывала костянки с одних и тех же соплодий бузины. Поэтому есть соплодия в этом кусте бузины полностью или почти без костянок (рис. 4, 5). С новых соплодий славка тоже клевала костянки, но редко и по 1-2 шт., не больше. Исходя из этого, можно простыми расчётами показать, что птица кормилась на этом кусте не менее 20 дней (см. ниже).

Странно, но на срывание костянок она тратит много энергии, чаще всего дотягиваясь до них при помощи трепетания крыльями снизу и вытягиваясь на лапках наклонно вверх и вперёд. За всё время наблюдений она, только однажды, садилась непосредственно на соплодие и клевала костянки из-под себя. Т.е. обычно старалась брать костянку сидя рядом, насколько это возможно, с соплодием. При этом отрывала плод с некоторым усилием, схватив его, делала 1-3 быстрых скручивающих движений головой. В это время, часто, на неё осыпался, скопившийся на этом соплодии, снег (кухта), от которого славка быстро отряхивалась и вновь продолжала отрывать и проглатывать плоды по одной и, очень редко, даже по две костянки.

В 16-25 славка начала свою, завершающую в этот день, серию срывания плодов (предыдущая кормёжка - с 16-21 до 16-22 (4 костянки)), и в 16-31 съела последнюю из 31-ой из этой серии костянку. В это время было уже очень темно, и я еле-еле разглядел

последнее характерное движение черноголовки при срывании плодов. В 16-32 она улетела на ночевку за соседский дом на северо-восток, в сосны, кипарисы и туи (место с самой густой растительностью на улице) на расстояние около 40 м от куста бузины. Днём, при очередных опасностях, славка улетала в противоположном направлении – на запад, на расстояние 20-30 м от куста бузины, в более-менее загущенные переплетения ветвей яблонь и ягодных кустов, оплетённых вьюнком.

Рис. 4. Нетронутые соплодия бузины черной и одно используемое черноголовкой на момент наблюдений, 30.11.2022. Фото автора.

Анализ ключевых видеоматериалов за 28.11.2022 показал, что славка за 2 мин. 16 сек. съела 6 костянок и совершила дефекацию 2 раза, т.е. на 1 помёт приходились 3 костянки чёрной бузины.

28.11.2022 помёт черноголовки, в подавляющем большинстве случаев, был жидким, и дефекации происходили чаще. Вчера же помёт был оформленный, и лишь иногда жидкий. Всё это свидетельствовало, что костянки чёрной бузины не перевариваются полностью, вероятно, обладают расслабляющим действием и вряд ли обеспечивают славку необходимым количеством питательных веществ и соответственно энергией.

29.08.2022 славка прилетела на куст бузины около 9 часов утра. Температура воздуха, как и в предыдущие два дня, была в пределах -4–-6°С при очень слабом С-З ветре. Птица очень мало перемещалась в кусте, подолгу сидела, в периоды кормлений ограничивалась срыванием 1-2 костянок бузины и, как мне показалось, существенно чаще осуществляла дефекацию. Провёл видеосъёмку с 10-40 до 11-00

и вечером с 14-00 до 16-00. В целом наблюдалась та же картина, что и в предыдущие два дня. Утром славка совершенно спокойно отнеслась к «разборкам» самцов больших синиц (*Parus major*) между собой в том же кусте. Синиц, к слову, в этот день в саду было, на удивление, много – одновременно можно было наблюдать более 15 птиц! Они тоже на славку не реагировали, а оказывалось их в кусте бузины одновременно не меньше 4-5 птиц – летали, голосили, задирались между собой. Все самцы. Не меньше 15 мин. длилась их «вакханалия» в кусте. Славка при этом продолжала осуществлять свой обычный график кормёжки и отдыха. В этот день помёт черноголовки был совершенно не оформленным, а дефекация поразительно частая (рис. 6).

Рис. 5. Полностью оборванное черноголовкой соплодие бузины черной и почти нетронутое ею, 30.11.2022. Фото автора.

Сегодня перед отлётом на ночевку пронаблюдать за последней кормёжкой черноголовки мне не удалось. Однако, около 16-00, она, за две последовательные кормёжки, сорвала 22 костянки. Улетела в 16-21, в ту же сторону, за соседский дом, как и вчера.

Рис. 4. Очередная дефекация черноголовой славки неоформленным помётом, 29.11.2022, пос. им. Крупской г. Твери. Фото автора.

По моим расчётам, среднее количество костянок черной бузины в одном соплодии составляет 200-220 шт., соцветий полностью лишенных костянок – 58 шт. и около 30 с явными признаками их использования (до 30%). Таким образом, можно считать, что птица склевала все костянки с 58 + 10 = 68 соплодий бузины. 68 * 220 = 14960 – всего костянок бузины было съедено птицей.

Продолжительность светового дня в октябре – ноябре, в среднем составляет 9 час. 15 мин., а птица, по наблюдениям, прилетала через 0,5 – 1 час после рассвета и тратила до 80% времени на кормёжку (т.е. 9 час. 15 мин. – 1 час – 1 час. 39 мин. (т.е. 20% времени) = 6 час. 36 мин.). Общее время нахождения славки на кусте и кормёжка составили 6 час. 36 мин. за один световой день. По результатам наблюдений за 1 час славка, в среднем, съедала 130 костянок (т.е. 140 + 159 + 90 = 389; 389/3 = 129, 6 (66)). Таким образом, за 6 час. 36 мин. (6,6 час.) она могла съесть 858 костянок (т.е. 6,6 * 130 = 858).

Можно вычислить, сколько дней потребовалось славке, чтобы съесть 14960 костянок, если в среднем за 1 день она съедала 858 шт., т.е. 14960/858 = 17,44 дня. Это означает, что славка при таком режиме кормёжки могла начать интенсивно использовать запасы костянок бузины на нашем кусте с 10-11 ноября, т.е. после первых затяжных ночных заморозков и первых снеговых зарядов. Но до установления

устойчивого снежного покрова, с 16 ноября, славка, вероятно, всё ещё могла находить и беспозвоночных. Таким образом, она, могла использовать костянки бузины как дополнительный корм и раньше 10 ноября, т.е. теоретически весь октябрь.

Для дополнительной информации сообщу, что среднее расчётное значение массы одной замороженной костянки соответствует 0,08 гр. Это означает, что славка за час в среднем потребляла 10,4 гр. костянок (т.е. 0.08 * 130 = 10,4), а за световой день – 6,6 час. (т.е. 6 час. 36 мин.) * 10,4 гр. = 68,64 гр. замороженных костянок бузины. Если учесть, что масса сухого вещества от веса замороженных костянок составляет примерно 10%, то получается, что славка потребляла за один час 1,04 гр. сухого вещества этой пищи, а за день 6,86 гр. (т.е. 1,04 * 6,6 = 6,86). При этом масса черноголовой славки в норме составляет 15-22,5 гр. (Портенко, 1960).

И ещё несколько замечаний по наблюдениям за черноголовой славкой в нашем дворе. Мне не удалось более чем за 6 часов наблюдений ни разу услышать, ни одного голосового сигнала славки, и я ни разу не отметил не только случаев её ухода за оперением, но даже и кратковременных касаний его клювом. При этом общее состояние перьевого покрова птицы с уверенностью можно было охарактеризовать как вполне удовлетворительное.

Ночь с 29 на 30 ноября, и особенно утро 30 ноября, выдались морозными (до -14,1°С), что как я полагаю, явилось причиной гибели славки. С этого дня черноголовка в нашем дворе мною более не отмечалась.

До описанной выше встречи, черноголовую славку мы отмечали 15.10.2011 в пос. им. Крупской г. Твери (Зиновьев и др., 2022). В тот день принимался идти первый снег, но температура воздуха была в пределах 0 – +4°С, а температура воздуха в октябре до этой даты ни разу не опускалась ниже 0°С, а временами достигала значений выше +10°С (табл.1). Половую принадлежность птицы определить не удалось, т.к. славка перемещалась высоко в ветвях берёзы в контровом освещении и быстро улетела.

Анализ многолетних данных поздних встреч черноголовой славки в лесной зоне Европейской части СССР до 1990 года (все сведения по Зиновьев, 1990) показал, что наиболее поздние последние птицы регистрировались, например, «в Ленинградской обл. 23 октября (Мальчевский, Пукинский, 1983), в Белоруссии в начале октября (Федюшин, Долбик, 1967), в Мордовии до начала октября (Луговой, 1975), в Калининской обл. (*ныне Тверской,* прим. авт.) – в сентябре (наши данные)».

Славка-черноголовка в своём распространении на европейском севере доходит в Норвегии до 69° с.ш., в Европейской части России до

63° с.ш. (Степанян, 2003). В Карелии северная граница более или менее регулярного гнездования проходит по широте Петрозаводска (61°47' с.ш.).

В Мурманской обл. (существенно севернее гнездового ареала черноголовки) впервые самец был встречен 17 октября в 1970 г. Здесь же, в 1975 г. отмечали 15 октября – самку, а 30 октября – две самки, 20 ноября – самца в 1978 г., с 26 октября по 4 ноября – четырёх птиц. Одиночек наблюдали 09.10.1981, 27.10.1984 и 15.10.1985. По две особи славок наблюдали 20 и 24 октября 1991 г., а также самца – 18 октября и с 26 ноября по 8 декабря 1995 г. Все эти птицы погибли от истощения, как полагает автор, не сумев справиться с заледеневшими плодами рябины красной, которые славки не могли смять клювом, прежде чем проглотить (Коханов, 1998). С этим утверждением я согласиться не могу – вполне могут проглотить. Видимо всё дело в том, что замороженные ягоды приводят к нежелательному переохлаждению тела и замедлению пищеварения. Автор не сообщает деталей осенне-зимней жизни птиц, кроме упоминаний о замёрзших ягодах рябины, а также не сообщает деталей состояния погоды, упоминая лишь о «наступлении холодов» и «установлении снежного покрова» не приводя конкретных значений температур и дат погодных явлений.

Автор полагает, что это не случайные мигранты, а нерегулярная миграция. Ссылается на T. Fransson и O-B. Stolt (1993) о формировании регулярных миграций черноголовок из стран Западной Европы в Скандинавию, где они проводят зиму. Он предполагает, что часть славок следуют побережьем Ботнического залива и, они не могут перелететь через эту водную преграду в Карелию и Ленинградскую область, где поздней осенью и зимой их никогда не регистрировали (Мальчевский, Пукинский, 1983 и наблюдения В.Д. Коханова).

Но, всё же, 25 декабря 2006 на северной окраине Петербурга в паутинную сеть была поймана самка, с запасами подкожного жира и находившаяся в хорошем состоянии (Фёдоров, 2010), а 15 ноября 2015 г. в Ленинградской области на садовом участке также была встречена самка (Савинич, 2015). Автор сообщает, что «накануне вечером выпал первый снег, температура воздуха утром была около нуля, днём поднялась до +2…+3°С».

И.Б. Савинич (2015) полагает, что «тёплые осенние месяцы последних лет провоцируют пернатых на более поздний отлёт и даже на зимовку в высоких широтах». Считаю, что это заблуждение, т.к. в тёплые конец лета – начало осени перелётные птицы быстрее накапливают необходимый подкожный жир, как энергетический запас для перелёта, а, следовательно, и улетают раньше, чем в годы с плохим концом лета – началом осени. Им приходится задерживаться в местах

размножения или на промежуточных, транзитных остановках при уже начавшейся миграции, для накопления необходимых запасов жира. Подтверждение этому – холодный и дождливый весеннее-осенний период 2017 года, когда в г. Твери, например, не были вообще зарегистрированы горихвостки-чернушки (*Phoenicurus ochruros*), хотя не менее 15 лет статус этого вида здесь был определён нами как обычный, но малочисленный гнездящийся (Виноградов, 2017). В этот год многие виды птиц в Тверской обл. не смогли вывести птенцов или имели малое количество птенцов в первом выводке, а ко второму циклу размножения вообще не приступали. Стрижи (*Apus apus*) и многие птицы начали миграцию существенно позже, а, например, зарянки (*Erithacus rubecula*) и крапивники (*Troglodytes troglodytes*) остались на зиму в г. Твери в приличном количестве.

И далее И.Б. Савинич сообщает, «скорее всего (?), славка кормилась ягодами облепихи всю осень и ещё одним видом корма для насекомоядных видов до сих пор (20 ноября 2015!!!) оставались беспозвоночные».

Поздние встречи черноголовок отмечались П.Е. Брусяниным и В.А. Гашеком (2014) в конце октября 2014 года в Мурманской области близ пос. Мурмаши в куртине рябин 20-21 октября 2014. Самец черноголовки перепархивал в кронах рябин, иногда склёвывал ягоды. Второй самец держался также в насаждениях рябины возле здания гостиницы аэропорта. Температура воздуха в эти дни была от -4º до -20ºС. При этом черноголовые славки выглядели вполне активными и здоровыми. Замечу, что эти авторы не сообщают о затруднении славок в проглатывании замёрзших ягод рябины, а на предложенных фотографиях видно, что снежный покров отсутствовал.

Есть упоминания о поздних встречах черноголовки и в Карелии. Например, одна черноголовка отловлена в районе Свирской губы 23 октября 1972 (Носков и др. 1981).

Нужно добавить, что и намного восточнее, вне гнездового ареала, за Уралом, залётные черноголовки были встречены в низовьях Оби в г. Лабытнанги (66° 39′ с.ш. 66°24′ в.д.). 19 октября 1999 года на рябине, вероятно, самка, кормилась замёрзшими ягодами, а с 20 октября по 29 октября их было уже две, но с этой даты до 12 ноября только одна птица. В эти дни дважды температура воздуха понижалась до -15 и -18ºС. Эту взрослую самку добыли и, оказалось, что она «хорошо упитанная». В тот же день на той же рябине была зарегистрирована ещё одна самка, которая отмечалась здесь до 16 ноября, когда температура понизилась до -22ºС и было видно, что черноголовка с трудом проглатывает мёрзлые ягоды рябины. Автор пишет, что «с 20 ноября ударили морозы до минус 35-37ºС», но 5 декабря в 300 м от места обнаружения всех этих славок был обнаружен труп молодой

черноголовки. Птица, оказалось, имела небольшие запасы жира, а её желудок и часть кишечника были заполнены хорошо сохранившимися ягодами рябины, которая в ближайшем окружении места её обнаружения не произрастала. Автор полагает, что это был новый залёт славки и упоминает ещё один залёт черноголовки в октябре 1983 г. (Пасхальный, Балахонов, 1989), когда самка кормилась несколько дней ягодами рябины в той же части города (Пасхальный, 2000).

Это сообщение, на мой взгляд, равно как, немногочисленные, факты позднееосенних и даже раннезимних встреч черноголовок в различных регионах нашей страны, является косвенным доказательством того, что так называемая «обратная миграция» черноголовок, описанная для птиц Великобритании и подтверждённая возвратами окольцованных птиц на Британских островах в зимнее время и фиксацией, окольцованных в гнездовой и ранний послегнездовой периоды в Западной и Юго-Западной Европе, птиц в зимний период на Британских островах (Mokwa, 2009; Tengholm at al., 2018; Berthold et al., 1992) есть не что иное, как мутационные сбои миграционной генетической программы птиц в совершенно разных частях ареала. На это обстоятельство указывали T. Fransson и B-O Stolt (1993) (по Kopiec, Ożarowska, 2012), сообщая, что этот феномен характерен для многих мигрирующих видов птиц, но у черноголовой славки проявляется существенно чаще, чем у других мигрантов среди воробьиных.

Подтверждением этого являются и неоднократные случаи встреч черноголовок в Мурманской области, существенно севернее границы гнездования вида (Коханов,1998). Следует отметить, опять же в подтверждение этой гипотезы, утверждение Коханова (1998), о части славок, мигрирующих, осенью, побережьем Ботнического залива в Скандинавию, к формирующейся здесь области зимовок птиц из стран Западной Европы, и не могущих перелететь водную преграду в виде Ботнического залива, чтобы попасть в Карелию и Ленинградскую область, не верно. Так как известно, что окольцованные на гнездовых территориях птицы из Эстонии, Литвы и Латвии регистрировались в раннезимний период в Швеции (Tengholm at al., 2018). Понятно, что появление их там предполагает преодоление ими куда более протяженной водной преграды в виде Балтийского моря.

Добавим только, что для формирования с 60-х годов прошлого века в Великобритании области постоянных зимовок материковых европейских черноголовок потребовались: во-первых, мутационное изменение части генетической миграционной программы, отвечающей за направление осенней миграции; во-вторых, выживание, хотя бы немногих, в новых северных областях зимовок, их возврат в более

южные места обычного гнездования и передача изменённой части информации их генотипа потомству.

Если принять во внимание, что нововведение в генотипе, скорее всего, рецессивное, то потребуется время, чтобы хотя бы у части материковых птиц сформировался этот инстинкт «обратной миграции».

К настоящему моменту для Великобритании это, как утверждают многие исследователи, уже случилось и количество зимующих птиц там постепенно, но неуклонно возрастает. Частота возвращения славок в последующие зимы в Великобритании была очень похожа на таковую в Южной Франции и Италии. Это свидетельствует о том, что, несмотря на довольно короткую историю, этот район стал хорошо стабилизированным, регулярным местом зимовки. Более того, экспериментально доказана ориентация миграции потомков британских зимующих черноголовых славок, выращенных в неволе в направлении запад-северо-запад, генетически отличном от юго-западного направления миграции британских популяций и большинства самых западных континентальных европейских черноголовок (Berthold et al., 1992, по Tengholm at al., 2018).

Черноголовки, окольцованные зимой в Скандинавии, в следующие зимы в этот район не возвращались (Mokwa, 2009). Случаи регистрации окольцованных в материковой Европе птиц не подтверждены последующими их возвратами ни, например, в Швеции, ни и в материковой Европе, хотя количество таких регистраций также, как и в Великобритании возрастает. Даты этих регистраций в Швеции соответствуют позднеосенним и раннезимним, что свидетельствует о том, что птицы, пытающиеся зимовать здесь, вероятнее всего, погибают – «В северной Швеции почти все черноголовки (98%) исчезли в течение зимы, что указывает на их высокую смертность. В южной части страны снижение их количества с ноября по март составило 69%, и это означает, что здесь зимовку, вероятно, могла пережить примерно каждая третья черноголовая славка» (Fransson, Stolt, 1994).

В феврале 2018 г. черноголовка, которая прошлой осенью была окольцована в годовалом возрасте в Нидерландах, была поймана в ловушку в Уппсале, Швеция (59,8 ° с.ш.). Это особенно интересно тем, что это первое подтверждение живой окольцованной, существенно южнее, птицы в Южной Швеции в конце зимы. Все, ранее зарегистрированные, находки окольцованных континентальных славок относились к поздней осени – началу зимы. Последними обнаруженными ранее в Швеции были окольцованные птицы: бельгийская, найденная мертвой в Стрёмсунде на севере Швеции 26 ноября, и чешская, найденная мертвой еще севернее, в Арьеплуге, 4

ноября. Авторы полагают, что какая-то часть птиц может всё же перезимовывать в Швеции, благодаря использованию ими пищи из многочисленных садовых кормушек (Tengholm at al., 2018).

По причине отсутствия большого количества наблюдателей, точек и станций кольцевания в нашей стране мы не можем похвастаться хорошими результатами в части фиксации поздних осенних и зимних встреч и отслеживания пролётных путей птиц, в том числе и черноголовок на всей её территории. К тому же, наш суровый климат препятствует поддержанию подобных мутаций, затрагивающих генетические программы, отвечающие за направление осенних миграций в северных направлениях, по причине банальной гибели мигрантов.

Но некоторые сведения, всё же, имеются. В Свердловской области, пишет Н.Г. Никонов (1973): «Осенью 1966 года, я наблюдал черноголовую славку-самца 10 октября. … Уже выпал снег, а черноголовка упорно не хотела отлетать. … Кормилась славка мерзлой красной бузиной и засохшими ягодами жимолости. Славка не отлетела даже тогда, когда в ночь на 14 октября выпал глубокий снег и сделалось морозно. Последний раз я видел ее на бузине 21 октября под вечер». В.Н. Сотников (2006) сообщает, что славки в осеннюю миграцию на территории (*Кемеровской,* прим авт.) области в разные года встречаются до конца сентября, но в 2003 г. С.Ф. Акулинкин отмечал славку 27 октября, при этом температура воздуха уже доходила до -5°С, а высота снежного покрова достигала 10 см». Он же сообщает, что «в Татарстане отдельных птиц наблюдали до конца октября, а в устье Камы в 1975 г. две особи были встречены даже 4 ноября (Артемьев и др., 1978)».

В.А. Андреев (2019) сообщает, что «за 39 лет я никогда не встречал славку-черноголовку в Архангельске и пригородной зоне весной и летом все мои встречи славки-черноголовки … происходили только глубокой осенью. В условиях Архангельска зимние погодные условия наступают в среднем со 2 ноября». Все встречи птиц здесь с 2002 по 2019 год датировались В.А. Андреевым, в разные годы, с 18 октября по 10 ноября. Треть всех встреч приходилась на самцов. Большинство черноголовок встречено в районах произрастания древесно-кустарниковых растений, плодами которых они могли кормиться. Отмечу также, что северная граница гнездового ареала черноголовки проходит существенно южнее.

По И. Б. Волчанецкому (1954), поздние встречи черноголовок отмечались и ранее. Например, ссылаясь на Лоренца, он отмечает, что черноголовки в Подмосковье задерживались до 30 октября, а в Воронежской обл., по наблюдениям А.Н. Северцова (1858), «в 1852 г.

она появилась в середине сентября и улетела только между 17 и 20 октября, выдержав мороз в -2°С».

Сообщается о залёте черноголовой славки 3 декабря 2000 г. в пос. Рыбачий Калининградской обл. и 18-19 декабря 1987 г. в пос. Хоста Краснодарского края (Тильба, 2003, по Панов, Чернецов, 2003), а также о зимних находках птиц этого вида в январе 2001 в окр. городов Гагры и Сухум. Побережье Чёрного моря не входит в район зимовки вида (Волчанецкий, 1954). Предполагается, что территория Абхазии должна быть включена в область устойчивых зимовок вида (Панов, Чернецов, 2003).

Не будем исключать также, кажущуюся правдоподобной, версию поздних задержек, отлетающих на зимовки в южных направлениях черноголовок в связи с невозможностью накопления по различным причинам необходимых энергетических ресурсов в виде подкожного жира.

К сожалению, во всех источниках о поздних встречах черноголовых славок зачастую совершенно отсутствуют описания деталей их жизни в условиях поздней осени и зимы, не только в нашей стране, но и за её пределами. Да и погодные условия проговариваются поверхностно, а потому мы не имеем полной картины существования этих птиц в суровый период года.

Список литературы

Андреев В.А. 2019. Славка-черноголовка Sylvia atricapilla в Архангельске // Русский орнитологический журнал. Т.28. Экспресс-выпуск № 1844. С. 5141-5143.

Артемьев Ю.Т., Аюпов А.С., Воронов Н.П., Гаранин В.И., Голубева И.Д., Горшков П.К., Егоров Ю.Е., Зацепина Р.А., Ивлиев В.Г., Некрасов Б.В., Олигер Т.И., Попов А.В., Попов В.А., Приезжев Г.П., Соколов Б.В., Тазетдинов М.Г., Тихвинская М.В., Фаршатов В.Г. 1978. Птицы Волжско-Камского края. Воробьиные. М.: Наука. 248 с.

Виноградов А.А. 2017. Гнездование золотистой щурки *(Merops apiaster* L.*)* в аномально неблагоприятных условиях лета 2017 года в Тверской области // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология». Т. 3. С. 7-24.

Волчанецкий И.Б. 1954. Черноголовая славка *Sylvia atricapilla* L. Птицы Советского Союза. Т. VI. С. 349-350.

Гашек В.А. 2014. Позднеосенняя встреча славки-черноголовки *Sylvia atricapilla* на Кольском полуострове // Русский орнитологический журнал. Т.23. Экспресс-выпуск № 1078. С. 3841-3843.

Коханов В.Д. 1998. Характер пребывания черноголовой славки *Silvia atricapilla* в Мурманской области // Русский орнитологический журнал.

Экспресс-выпуск № 32. С. 7-9.
Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. 1983. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана. Л., 2: 1-504.
Никонов Н.Г. 1973. Певчие птицы. 2-е изд., доп. Свердловск: Сред. -Урал. кн. изд-во. 422 с.
Носков Г.А., Зимин В.Б., Резвый С.П., Рымкевич Т.А., Лапшин Н.В., Головань В.И. 1981. Птицы Ладожского орнитологического стационара и его окрестностей // Экология птиц Приладожья. Л. С. 3-86.
Панов И.Н., Чернецов Н.С. 2003. Зимние встречи черноголовой славки *Sylvia atricapilla* в Абхазии // Русский орнитологический журнал. Экспресс-выпуск № 237. С. 1076-1077.
Пасхальный С.П. 2000. Залёт черноголовой славки *Sylvia atricapilla* в низовья Оби // Рус. орнитол. журн. Т. 9. Экспресс-выпуск № 89. С. 16-17.
Портенко Л.А. 1960. Птицы СССР. Ч. IV. М.-Л.: Изд-во Академии Наук СССР. С. 88-90.
Савинич И.Б. 2015. Ноябрьская встреча славки-черноголовки *Sylvia atricapilla* в Ленинградской области // Русский орнитологический журнал. Т. 24. Экспресс-выпуск 1212. С. 4066-4067.
Сотников В.Н. 2006. Птицы Кемеровской области и сопредельных территорий. Воробьинообразные. Т. 2. Ч. 1. Киров: «Триада плюс». 448 с.
Справочно-информационный портал «Погода и климат». Режим доступа: http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=27402&bday=1&fday=16&amonth=10&ayear=2011&bot=2
Степанян Л.С. 2003. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). М.: Академкнига. 808 с.
Фёдоров Д.Н. 2010. Необычно поздние встречи славок *Sylvia curruca и S. atricapilla* под Санкт-Петербургом // Русский орнитологический журнал. Т.19. Экспресс-выпуск № 620. С. 2269-2270.
Berthold P., Helbig A.1., Mohr G., Querner U. 1992. Rapid microevolution of migratory behaviour in a wild bird species // Nature. V. 360. P. 668-670.
Fransson, T. Stolt, B.-O. 1993. Is there an autumn migration of continental Blackcaps (*Sylvia atricapilla*) into northern Europe? // Vogelwarte. V. 37. P. 89-95.
Fransson T, Stolt B-O, 1994. The wintering of Blackcaps *Sylvia atricapilla* (L.) in Sweden // Ornis Svecica. V. 4. P. 105-112.
Kopiec K., Ożarowska O. 2012. The origin of Blackcaps *Sylvia atricapilla* wintering on the British Isles // Ornis Fennica. V. 89. P. 254-263.
Mokwa K. 2009. Wintering range of the Blackcap (*Sylvia atricapilla*) in Europe – stabilized or changing? // Ring. V. 31(2). P. 45-58.
Tengholm A., Tengholm J., Ekblom R. 2018. Winter recovery in Sweden of a Dutch Blackcap *Sylvia atricapilla //* Ornis Svecica. V. 28. P. 87-90.

THE LATEST SIGHTING OF *SYLVIA ATRICAPILLA* IN TVER

A.A. Vinogradov
Tver State University, Tver

Here we report the circumstances of the latest sighting of the Eurasian blackcap in the city of Tver. We also give an overview of late autumn and winter sightings of the Eurasian blackcap in Russia and abroad during the autumn migration period. A detailed analysis of the feeding behavior of the Eurasian blackcap encountered in Tver in November 2022 is provided. Possible reasons leading to the late encounters of Eurasian blackcaps, both within the nesting range and beyond, are discussed.

Keywords: *nesting period, nesting activity, intra and interspecific relationships.*

Об авторе

ВИНОГРАДОВ Андрей Анатольевич – доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: bio.biology@tversu.ru.

Виноградов А.А. Самая поздняя встреча черноголовой славки (*Sylvia atricapilla*) в Твери / А.А. Виноградов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 35-54.

УДК 598.293.1
DOI: 10.26456/vtbio279

СТРАТЕГИИ КОРМОВОГО ПОВЕДЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ВРАНОВЫХ ПТИЦ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ*

Л.В. Маловичко[1], Ю.В. Литвинов[2]
1Российский государственный аграрный университет –
МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва
[2]Белгородский государственный аграрный университет
им. В.Я. Горина, Белгород

На основе полевых исследований авторов проведен экологический анализ основных кормовых стратегий аномальных врановых птиц (Aves, Passeriformes, Corvidae) 3 видов.
***Ключевые слова*:** *врановые, кормовые стратегии, методы визуализации добычи; аномальные птицы: галка, грач, серая ворона, Калуга*.

Введение. При поиске и добывании корма птицы используют разнообразные стратегии, направленные на повышение эффективности (т. е. минимизации энергетических затрат) данного процесса (Резанов, Резанов, 2010, 2017). Особый интерес в этой связи представляют птицы с дефектами, особенно теми, которые затрагивают звенья, участвующие в механизме сбора и обработки корма. В этой связи показательно поведение врановых птиц с аномалиями, наблюдения за которыми проводились авторами в городе Калуга.

Методика. Материалы по кормовому поведению врановых птиц с морфологическими дефектами клюва и конечностей, а также алопеции и цветовым аберрациям оперения собраны с 26 июня по 26 июля 2019 и с 23 по 29 июля 2022 г. в г. Калуга. В 2020-2021 гг. исследования проводили по 2 дня каждого месяца в микрорайоне Анненки на площади около 8 км^2. Учтены также встречи аномальных галок в микрорайонах Куравской и железнодорожном вокзале г. Калуги.

* Исследование «Морфологические патологии птиц – как биоиндикаторы популяции и экологической обстановки агроценозов и техногенных ландшафтов» выполнено при финансовой поддержке внутриуниверситетского конкурса «Аспирантский научный контракт» в рамках программы развития Университета в соответствии с программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

© Маловичко Л.В., Литвинов Ю.В., 2022

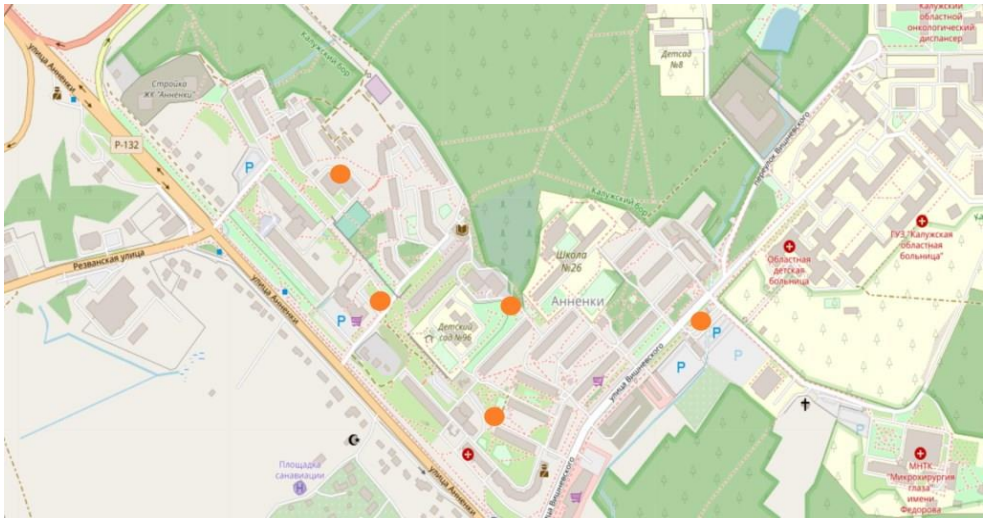


Рис. 1. Точки сбора материала. Расположение мусорных контейнеров в микрорайоне Анненки г. Калуги

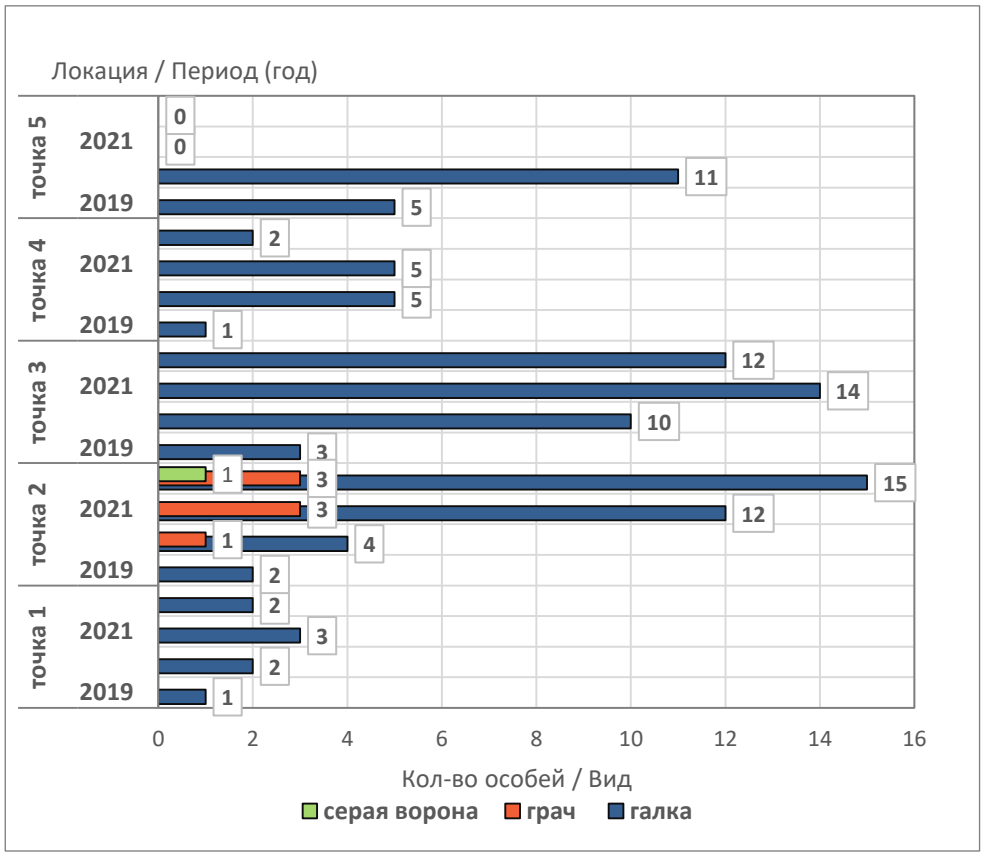


Рис. 2 Распределение аномальных птиц на мусорных контейнерах в микрорайоне Анненки г. Калуги в 2019 2022 гг.

Район Анненки г. Калуги расположен на северо-западе Калужской области в пределах Смоленско-Московской возвышенности в лесной зоне, подзоне смешанных лесов. Рельеф района сформирован холмистыми моренными равнинами; господствующие почвы - дерново-среднеподзолистые супесчаные или среднесуглинистые. Близлежащие водоемы микрорайона Анненки: р. Грязинка, оз. Резванское (недалеко от впадения р. Угры в р. Оку), р. Яченка, Яченское вдхр. (на юго-востоке за Калужским бором); к югу от трассы М-3 Украина (ул. Анненки) протекает р. Ока.

На исследуемой территории обитает около одной тысячи галок. Гнездятся они под крышами и в нишах многоэтажных домов. Кормятся на пищевых контейнерах (исследования проведены на 5 мусорных точках) (Маловичко и др., 2022).

Распределение птиц, в том числе и аномальных, на модельных точках неравномерное. И зависит это от расположения мусорных контейнеров. Так меньше всего отмечено птиц на точке 1, которая расположена у дороги в 200 м от магазина Пятерочка. Сюда приносят мусорные пакеты не часто и наполняются они медленно. Наибольшее число птиц по видовому и количественному составу отмечено у точки № 2, расположенной на улице Вишневского № 16 среди жилых домов. Контейнеры в этой точке наполняются очень быстро и птицам легче добывать корм из пакетов. Аналогичная ситуация наблюдается в точке № 3, расположенной между жилыми домами, Сбербанком и почтой. Эти контейнеры наполняются медленнее, соответственно и птицам приходится долго ждать людей с пакетами. Точка № 4 расположена на краю микрорайона у леса и кладбища. Контейнеры на этой точке полузакрытые и наполняются медленно – следовательно и птиц значительно меньше, чем на предыдущих точках. Точка № 5 находилась среди торговых ларьков на территории автостанции. Здесь птицы были наиболее доверчивые, брали корм с руки и ловили кусочки хлеба на лету. Дистанция вспугивания на этой точке была минимальной от 0,1 до 0,3 м.

Результаты и обсуждения. На основе собранных данных даже с учетом разной выборки по годам (2019-2022 гг.) мы получили следующие результаты: количество выявленных птиц с аномалиями, предположительно вызванными поецивирусной инфекцией, составило 109. Основные тенденции приобретенных внешних морфологических изменений выглядят следующим образом: заметно преобладание цветовых аберраций (52,2%), после идет группа встречающихся дефектов клюва (34,8%), конечностей (12,9%) и аллопеция (облысение) – 8,2%. Реже всего отмечаются уродства, связанные с отсутствием оперения на теле (3,6%).

Рис. 3. Одиночное кормежка галки с гипертрофированным клювом

Тот факт, что к началу весны количество птиц с дефектами пальцев ног и когтей изменилось, не сильно говорит о том, что они перезимовали гораздо удачнее, чем птицы с аномалиями клюва.

Среди аномальных птиц, мы выделили следующие стратегии при добывании корма:

Рис. 4. Тактика выжидания – птицы долго сидят на присаде в ожидании человека с пакетом мусора

Выжидание и подкарауливание Тактика выжидания направлена на ожидание появления гарантированного корма. Так, выжидание как трофическая стратегия используется птицами в местах наиболее частого появления людей с пакетами мусора. Птицы, как правило, долго сидят на деревьях (рис. 4) или на крыше домой и при появлении человека с пакетом, начинают слетать на край пищевых контейнеров. Представляет собой интерес поведение галок, ожидающих людей с пакетами в ранние утренние с 5 до 8 часов и дневные с 13 до 15 часов до приезда мусоровозов. В это время они активно разрывают пакеты, вступая в конфликты между собой и с другими видами. Такое поведение галок проявляется в антропогенной среде, где они проявляют высокую степень толерантности (рис. 5).

Рис. 5. Галки толерантны по отношению к человеку с пакетом

Одиночная кормежка. Стратегии одиночного поиска корма в той или иной степени встречаются у всех рассматриваемых видов врановых птиц. Одиночная кормежка характерна для наиболее уязвимых особей (рис. 3). На примере галки показано, что наиболее эффективны кормовые скопления из 5 птиц — интенсивность кормёжки до 68 клевков/мин (n = 937) (Резанов, 2012).

Суть стратегии выжидания заключается в следующем: птица сидит на присаде и внимательно осматривает окрестности; часто присада расположена в местах, где наиболее вероятно появление доступной пищи (Резанов, Резанов, 2001). Например, в нашем случае присадами выступали крыши домов и деревья, между которыми

стояли мусорные контейнеры. Интересно отметить, что серая ворона и грачи занимали доминирующее положение в иерархии и всегда сидели на высоких ветвях или крыше. При их появлении на мусорных контейнерах, галки сразу улетали и только спустя несколько минут несмело прилетали вновь на контейнеры.

*Клептопаразитизм***.** Клептопаразитизм среди птиц обычно проявляется либо в форме воровства добычи (stealing behavior), либо в форме грабежа (robbing behavior), когда одна особь отнимает добычу у другой особи, конспецифической (своего вида) или интраспецифической (другого вида) (Резанов, Резанов, 2010). Как правило, клептопаразитические наклонности проявляются у модельных врановых во время групповой кормежки и ограниченности кормовых ресурсов. Так, на мусорных контейнерах, где кормились в смешанных стаях галки, голуби, грачи и серая ворона (рис. 6), еду отнимали у аномальных галок грачи, как правило, на лету, а серая ворона, поджидала на бортике контейнера и выхватывала корм из клюва галок.

Рис. 6. Кормежка в смешанной стае

Поведение галок с гипертрофированными клювами проанализировано на 38 особях (34,8%): Птицы с такой аномалией наиболее уязвимы от других. Так, нами выяснено, что галки с самыми длинными и изогнутыми клювами вынуждены класть голову параллельно субстрату и подхватывать корм (рис. 7); или подтягивает корм под себя и только тогда глотать.

Рис. 7. При захватывании корма галка вынуждена наклонять голову параллельно субстрату

Так, в 2019 г., три галки с аномально гипертрофированным надклювьями: (очень длинными, тонкими и загнутыми книзу) наблюдались в течение всего июля и в октябре у торговых киосков на автостоянке. Галки, грачи *Corvus frugilegus* и сизые голуби *Columba livia* постоянно отгоняли аномальных галок, в результате чего галки научились ловить бросаемые людьми кусочки хлеба на лету, после чего садились на дерево и съедали корм. Довольно часто галки не успевали схватить кусочек хлеба: их опережали другие галки и голуби. Например, 3 октября 2021 г, очевидно, одна из этих галок кормилась на постоянном месте у ларьков на автостоянке, но клюв её был уже сильно перекрещён, как у клеста. При гипертрофированной форме клюва взять пищевой объект обычным способом птице просто невозможно. Птица подбирала корм, наклоняя голову боком так, чтобы клюв, касаясь земли, оказывался параллельным поверхности субстрата. Аналогичным способом в музее-заповеднике «Коломенское» кормилась галка с загнутым книзу надклювьем (Резанов, 2007). Следует признать, что для данной ситуации поведение птицы было вполне адаптивным. Более того, галки пытались активно отгонять от корма других галок и голубей. Брошенный кусочек хлеба галка придерживала на земле лапами и расклёвывала его, как бы зондируя клювом под себя. Чаще всего она запивала корм водой из

лужи или кошачьей мисочки, запрокинув голову (рис. 8). (Маловичко и др., 2022).

Рис. 8. Галка запивала корм водой из лужи или кошачьей мисочки, запрокинув голову

Особый интерес вызвала галка с длинным клестообразным клювом: если ей удавалось (рис. 9). Галка использует клюв для передвижения камней; проявляет агрессию к конспецификам; при приближении на 1,5 м не улетает, но настораживается, при приближении на 1 м – улетает; отмахивается от конкурентов клювом: дистанция вспугивания для таких птиц составляла - 2 м. На мусорных контейнерах они уступают место грачам и серым воронам.

Поведение галок с аллопецией. Под наблюдением с такой аномалией было 9 (8,2%) птиц. Почти все они сторонились других галок; вероятно, занимают низкое положение в иерархии. Чаще всего такие галки «одиночки», избегая контактов с другими птицами; выпрашивают еду, отгоняют от своей еды других галок и голубей, предпочитают убегать, а не улетать. Дистанция вспугивания -0,3 - 0,5 м; агрессивна.

Поведение галок с деформированными или отсутствующими конечностями: Таких птиц было 14 (12,9 %). Как правило, птицы проявляли агрессию по отношению к конспецификам, чтобы отобрать еду. Галки с дефектной лапой или лапами всегда держались обособленно (рис. 10). Им трудно балансировать тело на присаде. При подкармливании птиц с деформированными конечностями, они научились подпрыгивать и ловить на лету еду. После добычи корма,

птица отлетала и садилась на дерево, где и съедала его. Дистанция вспугивания в среднем составляла 1,7 м.

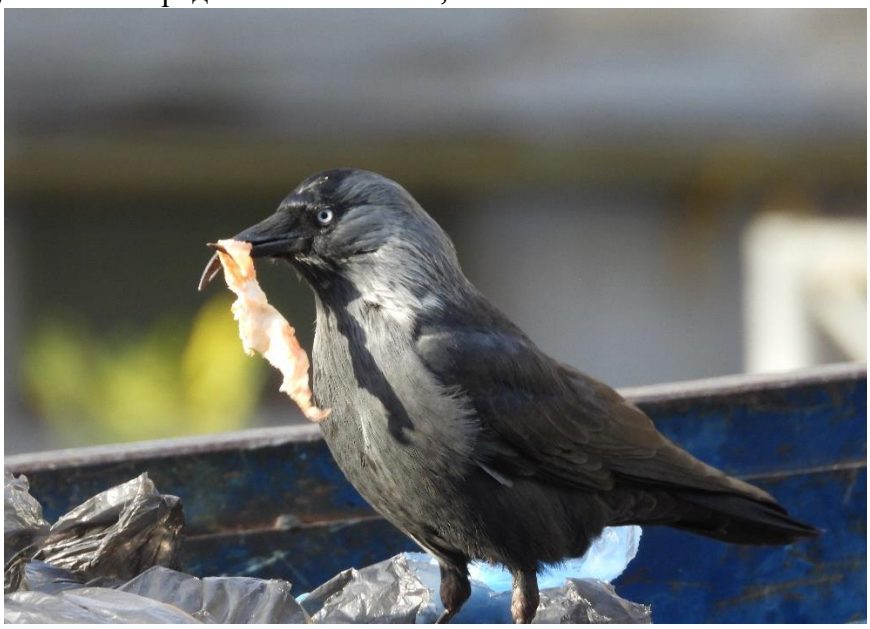


Рис. 9. Схватить кусочек еды, галка садилась на дерево и «нанизывала» его на клюв

Рис. 10. Галка с деформированной лапкой перемещалась хромая или прыгала на одной ноге

Рис. 11. Галки с отсутствующим оперением по телу занимали низший ранг в иерархии

Довольно часто распространены такие аномалии, как *цветовые аберрации* (Домбровский, 2007; Березовиков, 2018; Маловичко, Рахимов, 2018). Птиц с цветовыми аберрациями – лейцизмом и феомеланизмом мы отмечаем каждый год до 10 -15 особей: всего под наблюдением было 57 птиц (52,2%), и они ничем не отличались по поведению от нормальных галок. Дистанция вспугивания составляла 2,5 – 3 м.

Отсутствие оперения на теле – таких птиц было 4 (3,6 %). Галки занимали низший ранг в иерархии (рис. 11) и очень скоро они уже не встречались. Вероятно, птицы становятся уязвимы для естественных хищников: ястребов, соколов, ворон, кошек и собак. Так же, потеряв мобильность, они могут погибать под колесами транспорта.

Заключение. Птицы с гипертрофированным клювом испытывают затруднение в поисках и добыче пищи зимой. Так в многоснежную зиму (2020-2021 гг.) перезимовавших птиц с дефектами клюва в конце зимы почти не встречалось, за исключением одной. Птицы с аномалиями ног и когтей в состоянии перезимовать, поэтому выживаемость таких птиц заметно выше.

Морфологические аберрации галок, отмеченные в Анненках города Калуга показали, что имеются почти все виды деформаций характерные для данного заболевания: увеличение длины клюва

(Коблик и др., 2020), Х-образное изменение прикуса, выпрямление кривизны кончика надклювья, в таком случае клюв на кончике перестает плотно смыкаться и появляются разного рода расхождения надклювья и подклювья, обломанные кончики, деформированные надклювья, горизонтальное искривление влево или вправо, не смыкание надклювья и подклювья в средней части, потеря окраски пера, рыхлость и ломкость пера, переросшие когти, деформированные чешуйки лап.

На протяжение теплого периода года птицы с дефектами клюва приобретают адаптивные реакции по поводу добывания корма. Птицы с изменениями окраски пера, алопецией и с искривлениями пальцев ног, с удлинениями когтей, скорее всего, имеют ухудшение качества жизни, но гибнут реже. Они приобретают своеобразный способ бипедальной локомоции – нечто среднее между хождением и прыжками. В остальном больные птицы отличий в поведении не имеют.

Выражаем искреннюю благодарность студентам института зоотехнии и биологии Лобачеву Э., Гуменнику М., Денисовой М., Рухлядко, Самойловой Ю, Гугнинской Д., Секериной Е., за помощь в сборе материала; д.б.н., профессору Резанову А.Г. за ценные советы по содержанию статьи.

Список литературы

Березовиков Н.Н. 2009. Встречи частичных альбиносов среди воробьиных птиц Казахстана // Русский орнитологический журнал. Т. 18. Экспресс-выпуск 459. С. 104-105.

Домбровский К.Ю. 2007. Галки *Corvus monedula* с гипертрофированным надклювьем // Русский орнитологический журнал. Т. 16 (342). С. 125-126.

Коблик Е.А., Ильина Т.А., Маловичко Л.В., 2020. Необычная локальная концентрация окрасочных аномалий птиц на Ставрополье // Орнитология. Т. 44. С. 58-64.

Маловичко Л.В., 2019. Наблюдения за галками *Corvus monedula* с различными морфологическими аномалиями // Русский орнитологический журнал. Т. 28. Экспресс-выпуск 1853. С. 5482-5491.

Маловичко Л.В., Коблик Е.А., Глазко В.И., Матюхин А.В. 2022. Феномен концентрации морфологических аномалий у птиц на примере галки (*Corvus monedula*, Passeriformes, Corvidae) и его возможные причины // Зоологический журнал. Т. 101. № 11. С. 1273-1285.

Маловичко Л.В., Рахимов И.И. 2018. Встречи аномально окрашенных птиц // Русский орнитологический журнал. Т. 27. Экспресс-выпуск 1692. С. 5507-5511.

Резанов А.Г. 2001. Эколого-эволюционный анализ антропогенных модификаций кормового поведения врановых птиц (Passeriformes,

Corvidae) // Врановые птицы в антропогенном ландшафте. Липецк. Т. 4. С. 84 – 104.

Резанов А.Г. 2012. Оценка разнообразия кормового поведения галки Corvus monedula// Русский орнитологический журнал. Т. 21. Экспресс-выпуск 823. С. 3049-3065.

Резанов А.Г. 2012. Стратегии наземного разыскивания и добывания корма (на примере галки *Corvus monedula*) // X Международная конференция «Врановые птицы в антропогенных и естественных ландшафтах Северной Евразии». Ставрополь. С. 205-208.

Резанов А.Г., 2007. Кормовое поведение галок *Corvus monedula* и других птиц, имеющих морфологические дефекты клюва и нижних конечностей // Русский орнитологический журнал. Т. 16. Экспресс-выпуск 392. С. 1700-1702.

Резанов А.Г., Резанов А.А. 2010. Кормовое поведение и жизненные формы у врановых птиц // Орнитология в Северной Евразии. Мат-лы XIII Международной орнитол. конф. Северной Евразии. Оренбург: Изд-во ОГПУ. С. 263.

Резанов А.Г., Резанов А.А. 2017. Стратегии кормового поведения палеарктических врановых (Passeriformes, Corvidae) // Экология врановых птиц в естественных и антропогенных ландшафтах Северной Евразии. Казань: ООО «Олитех». С. 181-184.

FORAGE STRATEGIES OF ANOMALOUS CORVIDS IN URBAN ENVIRONMENT

L.V. Malovichko[1], Yu.V. Litvinov[2]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow K.A. Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

[2]Gorin Belgorod State Agrarian University, Belgorod

Based on field studies an ecological analysis of the main feeding strategies of anomalous corvids (Aves, Passeriformes, Corvidae) belonging to three species was carried out.

***Keywords*:** *corvids, feeding strategies, prey visualization methods; anomalous birds: jackdaw, rook, gray crow, Kaluga.*

Об авторах:

МАЛОВИЧКО Любовь Васильевна – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева факультета зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: l-malovichko@yandex.ru.

ЛИТВИНОВ Юрий Николаевич – кандидат биологический наук, доцент кафедры морфологии и физиологии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, пос. Майский, ул. Вавилова, д. 1; e-mail: litvin_u@mail.ru.

Маловичко Л.В. Стратегии кормового поведения аномальных врановых птиц в урбанизированной среде / Л.В. Маловичко, Ю.Н. Литвинов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 55-66

БОТАНИКА

УДК 630.11
DOI: 10.26456/vtbio280

ФЛОРА СИБИРСКОГО УЧАСТКА ТРАНССИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ В ПРЕДЕЛАХ РАЗЛИЧНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОМОВ*

В.К. Тохтарь[1], Ю.К. Виноградова[2], А.Ю. Курской[1], J. Pergl[3], В.Н. Зеленкова[1], М.Ю. Третьяков[1]

[1]Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород
[2]Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва
[3]Институт ботаники Чешской Академии наук, Прага

Проведена инвентаризация видов растений на сибирском участке Транссибирской магистрали (ТСМ) между городами Новосибирск и Красноярск. Исследуемая территория расположена в двух естественных биомах: Тоболо-Приобском лесостепном и Бореальном Ангарском подтаежном. Изучен растительный покров 10-ти железнодорожных станций и участков железной дороги на перегонах: 4 – на территории Новосибирской области и 6 – на территории Красноярского края. На изученном участке ТСМ выявлено 209 видов сосудистых растений: 19 древесных, 107 поликарпических и 83 вида монокарпических травянистых растений. В Бореальном Ангарском подтаежном биоме отмечено 154 вида, что составляет (73,7%), а в Тоболо-Приобском лесостепном – 150 (71,8%) относительно общего числа видов, выявленных в обоих биомах. Наиболее высокое сходство коэффициента Съеренсена отмечено между флорой прилегающих территорий к ж.-д. откосам Тоболо-Приобского лесостепного биома и флорой остальных экотопов железных дорог Бореального Ангарского подтаежного биома, кроме флоры дренажных канав. Выявлено существенное сходство между флорами железных дорог обоих биомов. Самое низкое сходство в пределах ТСМ отмечено для флор дренажных канав Бореального Ангарского подтаежного биома с откосами железной дороги, полосой отчуждения и канавами Тоболо-Приобского лесостепного биома (по 13,0%). Чужеродными являются 56 видов (27,0% от общего списка видов). К инвазионным отнесено 22 таксона, девять из которых входит в Топ-100 самых опасных инвазионных видов России.

Ключевые слова: *Транссибирская магистраль, естественные биомы, флора, сибирский участок, инвазионные виды растений.*

* Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 19-54-26010

© Тохтарь В.К., Виноградова Ю.К., Курской А.Ю., Pergl J., Зеленкова В.Н., Третьяков М.Ю.., 2022

Введение. Ведущей тенденцией глобализации мировых рынков интенсификация торговых связей, приводящая к возникновению широкомасштабных интерконтинентальных миграций чужеродных организмов (Jehlik, 1998; Тохтарь, Грошенко, 2008; Richardson, Pyšek, 2008).

Перенос растений с грузами по железным дорогам оказывает наиболее серьезное влияние на формирование структур местных экосистем (Burda, Tokhtar, 1992; Тохтарь, 1993; Galera et al., 2014). С одной стороны, строительство транспортных магистралей приводит к фрагментации и некоторой изоляции естественных и полуестественных биотопов (Gontier et al., 2006), а с другой – способствует преодолению природных преград видами, которые в обычных условиях произрастают изолированно (Сенатор и др., 2016).

Изучение флоры железных дорог позволяет проанализировать информацию о времени первоначального появления чужеродных видов, необходимую для понимания исторического формирования региональных флор, а также дает возможность проследить пути интенсивной миграции растений и установить основные очаги заноса растений, включая карантинные виды, что имеет большое практическое значение.

Проблемы, связанные с распространением чужеродных видов в мире, могут быть решены только на международном уровне (Виноградова и др., 2010; Bellard et al., 2016; Maxwell et al., 2016). Понимание механизмов расселения растений является важнейшим условием для предотвращения и регулирования инвазий (Виноградова и др., 2010; 2020; Тохтарь, Курской, 2019).

Крупнейшая в мире по протяженности Транссибирская магистраль (ТСМ) рассматривается нами как уникальный объект для исследования, поскольку она соединяет Европу и Азию, что способствует заносу чужеродных видов в различные местообитания и обмену диаспор растений между изолированными природными территориями. Длина магистральных путей ТСМ составляет по главному пассажирскому ходу (от Москвы до Владивостока) более 9000 километров. Поэтому понятно, какое влияние она имеет на формирование региональных флор Российской Федерации.

Железнодорожные пути имеют значительное протяжение и расположены в различных климатических и физико-географических условиях. Однако в силу сходства рельефа, структуры насыпей и используемых для их строительства материалов, способов обработки межрельсового пространства, наличия одних и тех же химических веществ, и перевозимых грузов здесь возникает своеобразный постоянный орографический, световой, эдафический, температурный,

гидрологический режим и формируется специфичный экотоп железных дорог (Тохтарь, 1993).

Целью данного исследования была инвентаризация чужеродных и аборигенных растений флоры сибирского участка ТСМ в пределах Бореального Ангарского подтаежного и Тоболо-Приобского лесостепного биомов и их сравнительный анализ.

Методика. Флористическое исследование проведено на сибирском участке ТСМ между городами Новосибирск и Красноярск (рис. 1).

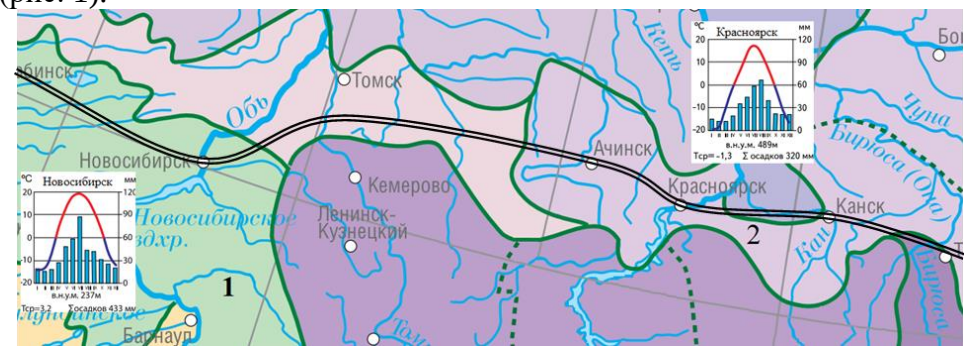


Рис. 1. Фрагмент карты с изученным участком Транссибирской железнодорожной магистрали:

═══ – Транссибирская железнодорожная магистраль

1 – Тоболо-Приобский лесостепной биом;

2 – Бореальный Ангарский подтаежный биом

Изучена флора 10 станций: 4 – на территории Новосибирской области и 6 – на территории Красноярского края (табл. 1). На каждой станции и на участках в некотором отдалении от станций закладывали несколько пробных площадок размером 100 м² в четырех различных экотопах по поперечному профилю насыпи железных дорог: на рельсах, откосах железнодорожных путей, в прилегающих к ним территориях и дренажных канавах. Всего выполнено 53 геоботанических описания.

Таблица 1

Перечень исследованных станций на восточносибирском участке Транссибирской магистрали

Название биома	Административный регион, населенный пункт	Железнодорожная станция	Географические координаты
Тоболо-Приобский лесостепной	Новосибирская область	Обь	N 54º59'32,3" E 82º43'33,9"
		Правая Обь	N 55º01'09,1" E 82º55'16,6"

Название биома	Административный регион, населенный пункт	Железнодорожная станция	Географические координаты
		Новосибирск-Главный	N 55º02'08,0" E 82º53'39,6"
		Иня-Восточная	N 55º06'39,7" E 83º0'16,1"
Бореальный Ангарский подтаежный	Красноярский край	Снежница	N 56º05'21,8" E 92º24'14,8"
		Рябинино	N 56º04'16,8" E 92º28'25,6"
		Минино	N 56º03'04,3" E 92º31'47,5"
		Пугачево	N 56º02'49,5" E 92º34'33,1"
		Базаиха	N 56º01'19,8" E 93º03'55,3"
		Зыково	N 55º57'16,8" E 93º09'31,3"

Для оценки сходства флор на участках ТСМ, расположенных в пределах разных биомов, использовали коэффициент Съеренсена. Отнесение вида к аборигенным или чужеродным растениям проводилось по данным «Конспекта флоры азиатской России» (2012), а к инвазионным – согласно «Черной книги флоры Сибири» (2016). Названия видов приведены согласно IPNI (www.ipni.org/).

Согласно районированию Азиатской России (Малышев и др., 2000), изученный участок ТСМ относится к Западносибирской гемибореальной и Байкальской бореальной провинциям (Конспект…, 2012). Согласно карте биомов России (2018), эта территория расположена в пределах двух биомов: Тоболо-Приобском лесостепном (Новосибирская обл.) и Бореальном Ангарском подтаежном (Красноярский край).

Результаты и обсуждение. В ходе проведения исследований нами на 53 пробных площадках отмечено 209 видов сосудистых растений: 19 древесных, 107 травянистых поликарпиков и 83 вида травянистых монокарпиков (однолетники и двулетники) (табл. 2). Впервые для флоры Новосибирской области отмечено 3 вида: *Oenothera fallax* Renner (новый для территории Сибири вид), *Carthamus tinctorius* L. и *Fraxinus pennsylvanica* Marshall.

Таблица 2

Виды растений, отмеченные в различных экотопах на участке Транссибирской магистрали, пролегающем в пределах двух биомов

Биом	Тоболо-Приобский лесостепной				Бореальный Ангарский подтаежный			
Экотоп	Ж.-д. полотно	Откос	Полоса отчуждения	Канава	Ж.-д. полотно	Откос	Полоса отчуждения	Канава
Древесные растения								
*#*Acer negundo*	+	+	+	+	+	+	+	+
Betula pendula			+		+	+	+	
B. pubescens	+				+			
Hyppophaë rhamnoides							+	
Sambucus racemosa	+		+				+	
Caragana arborescens							+	
Larix sibirica							+	
Picea obovata					+			
Pinus sylvestris					+	+	+	
#Microcerasus tomentosa						+		
Padus avium						+	+	
*#*Rosa rugosa*							+	
Rubus caesius							+	
R. idaeus						+		
Sorbaria sorbifolia	+							
Populus nigra	+					+		
Salix alba					+			
S. caprea				+		+	+	
#Ulmus pumila			+			+	+	
Всего древесных растений:	5	1	4	2	6	9	12	1
Поликарпические травы								
Asparagus officinalis					+			
Equisetum arvense	+			+	+			
E. pratense			+				+	
Alopecurus arundinaceus	+							
Agropyron cristatum		+						
Agrostis gigantea					+			
Bromopsis inermis		+	+		+	+	+	
Calamagrostis epigeios						+		
Dactylis glomerata	+	+	+	+		+	+	
Elymus sibiricus					+		+	

Elytrigia repens			+		+		+	
Festuca rubra		+						
*#*Hordeum jubatum*	+	+	+		+	+	+	
#Lolium perenne				+				
Phleum pratense			+				+	
Phragmites australis				+			+	
Poa angustifolia		+	+		+	+	+	+
#P. compressa					+	+	+	
P. trivialis						+		
Puccinellia distans	+	+			+	+		+
Typha latifolia				+				
Pimpinella saxifraga			+			+	+	
Achillea asiatica	+	+	+		+	+		
A. millefolium		+	+		+	+	+	
A. nobilis		+						
Artemisia absinthium	+	+	+	+		+		
A. campestris					+			
A. dracunculus						+	+	
A. vulgaris	+	+	+	+	+	+	+	
Centaurea scabiosa	+		+			+	+	
Cichorium intybus		+	+					
Cirsium setosum	+	+	+	+	+	+	+	+
Inula helenium	+							
Lactuca sibirica		+			+	+	+	
L. tatarica		+						
Leontodon autumnalis	+	+			+	+	+	+
Leucanthemum vulgare ssp. *ircutianum*			+	+	+			
Picris dahurica							+	
Pilosella novosibirskensis	+	+	+					
*#*Solidago canadensis*				+				
Sonchus arvensis	+	+	+	+	+	+		+
Tanacetum vulgare		+					+	
Taraxacum officinale	+	+	+	+	+	+	+	
Tussilago farfara	+	+	+	+	+			
Lithospermum officinale						+	+	
Nonea pulla	+	+		+				
#Armoracia rusticana				+				
Barbarea stricta			+					
Campanula rapunculoides		+						
Humulus lupulus				+				
Cerastium pauciflorum					+	+		
Gypsophyla perfoliata		+						
Lychnis fulgens							+	
Silene pratensis	+	+		+		+	+	

S. vulgaris		+	+	+	+		+	
Stellaria graminea	+	+	+	+	+		+	
Convolvulus arvensis	+	+	+	+	+	+	+	
Sedum acre			+					
Euphorbia virgata		+						
Lathyrus tuberosus							+	
Medicago falcata			+					
#M. sativa	+	+	+			+		
#M. × varia		+	+		+	+		
Onobrychis arenaria		+						
Trifolium pratense			+			+	+	
T. repens	+		+			+	+	
Vicia amoena	+	+	+	+		+	+	
V. cracca			+	+		+	+	
Gentiana macrophylla							+	
Geranium pratense							+	
Hypericum perforatum			+					
Dracocephalum nutans		+				+	+	
Glechoma hederacea			+	+		+		
Lamium album						+		
Leonurus glaucescens						+	+	
#L. villosus		+		+				
Phlomis tuberosa							+	
Stachys palustris			+					
#Alcea rosea			+					
Chamaenerion angustifolium		+				+	+	
Epilobium hirsutum		+						
Paeonia anomala							+	
Chelidonium majus	+	+		+	+	+	+	
Plantago major		+	+		+	+	+	
P. media			+					
P. urvillei		+						
Polygala hybrida							+	
Rumex acetosella	+			+				
R. confertus	+	+						
R. crispus	+		+			+		
Ranunculus acris			+	+				
Alchemilla barbulata							+	
Fragaria viridis						+	+	
Geum aleppicum			+			+	+	
Potentilla anserina		+						
P. arenosa							+	
P. argentea		+	+		+	+	+	+
P. chrysantha						+		
#P. intermedia		+	+		+			

Sanguisorba officinalis							+	
Galium boreale			+	+	+		+	
G. verum			+	+				
Linaria vulgaris	+	+	+	+	+	+	+	
Urtica cannabina		+		+	+	+	+	
U. dioica	+	+	+	+	+	+	+	
U. dioica ssp. *angustifolia*				+		+	+	
#Valeriana officinalis				+		+		
Всего поликарпических трав:	29	48	47	34	34	47	53	6
Монокарпические травы								
#Avena fatua	+				+			
#Echinochloa crus-galli		+						
Poa annua	+		+					
Setaria pumila		+	+		+			
S. viridis	+				+	+	+	
#Triticum aestivum					+			
#Amaranthus albus	+							
#A. blitoides	+	+						
*#*A. retroflexus*	+	+	+	+	+	+	+	+
Carum carvi							+	
#Daucus carota						+		
Heracleum dissectum					+	+	+	
#Pastinaca sativa	+	+	+	+	+	+	+	
Arctium lappa	+	+	+	+		+	+	+
A. tomentosum		+	+		+			
Artemisia annua						+		
A. sieversiana	+					+		
#Carduus acanthoides	+	+	+					
C. crispus						+	+	
C. nutans	+							
#Carthamus tinctorius		+						
Cirsium vulgare			+					
Crepis tectorum	+	+			+			
*#*Erigeron canadensis*	+	+	+	+	+	+	+	+
#Helianthus annuus					+			
#Lactuca serriola	+	+	+		+	+		
#Matricaria discoidea	+	+		+	+	+		
Picris hieracioides			+	+	+	+	+	
Senecio dubitalis					+	+		
#S. viscosus	+							
#S. vulgaris	+	+	+	+	+			
#Sonchus oleraceus	+	+	+	+				
#Tragopogon dubius		+	+		+	+		
T. orientalis		+						

#Tripleurospermum inodorum	+	+	+	+	+	+		
*#*Impatiens glandulifera*				+				
Cynoglossum officinale					+			
Lappula squarrosa	+	+	+	+	+	+	+	
Myosotis arvensis		+						
Arabis pendula						+		
Berteroa incana		+	+	+	+	+	+	
#Brassica napus	+	+	+		+	+	+	+
Bunias orientalis		+	+					
#Capsella bursa-pastoris	+	+	+	+	+			
#Descurainia sophia						+		
#Erucastrum gallicum					+	+		
Isatis tinctoria					+	+		
#Lepidium densiflorum	+	+	+		+	+	+	
Sisymbrium loeselii			+	+		+	+	
#S. officinale		+				+		
#Thlaspi arvense					+	+	+	
Campanula sibirica						+		
#Cannabis sativa						+		
#Arenaria serpyllifolia	+							
#Atriplex sagittata		+		+		+		
A. tatarica		+						
Chenopodium album	+	+	+		+	+	+	
Ch. glaucum			+		+	+		
Kochia scoparia	+		+	+	+	+		+
Salsola tragus		+						
#Commelina communis		+						
*#*Echinocystis lobata*							+	
Scabiosa ochroleuca						+		
#Glycine max					+			
Medicago lupulina	+	+				+	+	
Melilotus albus			+		+	+	+	
#M. officinalis		+	+		+	+	+	
#Erodium cicutarium					+			
Geranium sibiricum	+	+	+	+	+	+	+	+
Galeopsis bifida	+				+		+	
#Linum usitatissimum					+			
*#*Epilobium adenocaulon*	+				+	+		
#E. pseudorubescens	+							
Plantago depressa					+	+	+	
#Fagopyrum esculentum	+	+			+			
#Fallopia convolvulus	+	+	+				+	
Persicaria lapathifolia		+	+		+			
Polygonum aviculare	+	+	+		+	+		
P. supina ssp. *paradoxa*	+	+	+		+	+	+	

#Galium aparine		+						
Rhinanthus angustifolius							+	
Viola arvensis	+	+	+					
V. tricolor				+	+			
Всего монокарпических трав:	36	41	33	18	44	42	26	6
Всего сосудистых растений:	70	90	84	54	84	98	91	13

Примечание. # – чужеродные, * – инвазионные виды, входящие в ТОП-100 (Дгебуадзе и др., 2018).

В результате анализа полученных данных установлено, что из 209 видов, зарегистрированных на исследуемом участке ТСМ, 56 (27,0%) являются чужеродными. Девять таксонов из отмеченных на изученных участках железной дороги входят в ТОП-100 самых опасных инвазионных видов России (Дгебуадзе и др., 2018).

Число видов растений на ТСМ в обоих изученных биомах снижается в ряду: откосы железной дороги → прилегающие к ж.д полотну территории → полотно железной дороги → дренажные канавы. Для Тоболо-Приобского лесостепного биома эта ситуация выглядит следующим образом: 90 видов →84 вида →70 видов →54 вида. Для Бореального Ангарского подтаежного биома: 98 видов →91 вид →84 вида →13 видов.

В Тоболо-Приобском лесостепном биоме аборигенные виды преобладают в группах древесных растений и поликарпических трав. Доля древесных видов составляет от 50% в дренажных канавах и на прилегающих к ж.-д. откосам территориях до 80,0% на полотне железной дороги. В группе поликарпических трав доля аборигенных видов составляет от 83,5% в дренажных канавах до 93,1% на полотне железной дороги. Среди монокарпических трав преобладают чужеродные виды, доля которых составляет от 55,5% в дренажных канавах до 58,3% на полотне железной дороги. Только на территориях, прилегающих к ж.-д. откосам территориях преобладают аборигенные виды 57,6% (табл. 3).

В Бореальном Ангарском подтаежном биоме аборигенные виды получают преимущества во всех группах экотопов поперечного профиля ТСМ. Доля древесных видов составляет от 66,7% на откосах железной дороги до 83,3% на полотне железной дороги. На поликарпические травы приходится от 88,2% на полотне железной дороги до 100,0% в дренажных канавах. В группе монокарпических трав на аборигенные виды приходится от 50,0% на полотне железной дороги и дренажных канавах до 65,4% на прилегающих к ж.-д. откосам территориях (табл. 3).

Таблица 3

Распределение растений различных биоморфологических групп в различных экотопах железных дорог по поперечному профилю Транссибирской магистрали

Местообитания	Число видов на ТСМ в Тоболо-Приобском лесостепном биоме*					
	Древесные виды		Травянистые поликарпики		Травянистые монокарпики	
	А	Ч	А	Ч	А	Ч
Ж.-д. полотно	4	1	27	2	15	21
Откос	0	1	43	5	18	23
Полоса отчуждения	2	2	42	5	19	14
Канава	1	1	29	5	8	10
	Число видов на ТСМ в Бореальном Ангарском подтаежном биоме					
	А	Ч	А	Ч	А	Ч
Ж.-д. полотно	5	1	30	4	22	22
Откос	6	3	42	5	24	18
Полоса отчуждения	9	3	51	2	17	9
Канава	0	1	6	0	3	3

*Примечание***.** А – аборигенные, Ч – чужеродные виды, * – указано общее число видов, часть их произрастает одновременно в нескольких местообитаниях; **аборигенные виды растений; ***чужеродные виды растений.

Исследованные биомы, несмотря на близость своего географического положения, несколько отличаются по природно-климатическим характеристикам и по количеству произрастающих видов сосудистых растений (табл. 4). На участках ТСМ в Бореальном Ангарском подтаежном биоме отмечено 154 вида, в то время как на изученных территориях железных дорог в пределах Тоболо-Приобского лесостепного биома – 150 видов (табл. 4).

Установлено, что лишь 95 видов встречаются на территориях ТСМ обоих биомов, причем только 29 из них являются чужеродными. Использование коэффициента Съеренсена (табл. 5) показало, что наблюдается высокое сходство между флорой прилегающих территорий к ж.-д. откосам Тоболо-Приобского лесостепного биома и флорой остальных экотопов железных дорог Бореального Ангарского подтаежного биома, кроме флоры дренажных канав. Отмечено существенное сходство между флорами железных дорог обоих биомов. Самое низкое сходство в пределах ТСМ отмечено для флор дренажных канав Бореального Ангарского подтаежного биома с

откосами железной дороги, полосой отчуждения и канавами Тоболо-Приобского лесостепного биома (по 13,0%) (табл. 5).

Таблица 4

Природно-климатические и флористические характеристики биомов, через которые проходит Транссибирская магистраль

Биом	Тоболо-Приобский лесостепной	Бореальный Ангарский подтаежный
Флористические характеристики биомов		
Зарегистрировано на Транссибирской магистрали, всего видов	150	154
из них древесных растений	8	18
из них поликарпических трав	84	75
из них монокарпических трав	58	61
Общее число видов сосудистых растений	1450	1760
Число видов сосудистых растений на 100 км^2	600-700	500-700
Природно-климатические параметры		
Средняя температура, ºС	3,2	-1,3
Среднегодовое количество осадков, мм	433	320

Таблица 5

Коэффициенты сходства Съеренсена между флорами различных экотопов Транссибирской магистрали в пределах различных биомов

Тип местообитаний	Ks			
	Ж.-д. полотно-2	Откосы-2	Прилегающие к ж.д. откосам территории-2	Дренажные канавы-2
Ж.-д. полотно-1	0,34	0,32	0,24	0,15
Откосы-1	0,38	0,34	0,27	0,13
Прилегающие к ж.д. откосам территории -1	0,4	0,39	0,36	0,13
Дренажные канавы-1	0,27	0,27	0,24	0,13

Примечание. Ks – коэффициент Сьеренсена, 1 – Тоболо-Приобский лесостепной, 2 – Бореальный Ангарский подтаежный биомы.

Заключение. Исследование участков ТСМ на территории Новосибирской области и Красноярского края в пределах двух

естественных биомов позволило выявить 209 видов сосудистых растений: 19 видов древесных растений, 107 поликарпических и 83 вида монокарпических травянистых растений. Наибольшее число видов произрастает на откосах железной дороги, а наименьшее – в дренажных канавах вблизи железной дороги.

В Бореальном Ангарском подтаежном биоме отмечено 154 вида, что всего на четыре вида превышает их число на участке ТСМ в Тоболо-Приобском лесостепном биоме.

Коэффициент сходства флор различных биомов колеблется в пределах от 15,0% до 40,0%. Общими для двух биомов являются 95 видов, только 29 из них являются чужеродными.

Наиболее высокое сходство коэффициента Съеренсена отмечено между флорой прилегающих территорий к ж.-д. откосам Тоболо-Приобского лесостепного биома и флорой остальных экотопов железных дорог Бореального Ангарского подтаежного биома, кроме флоры дренажных канав. Выявлено существенное сходство между флорами железных дорог обоих биомов. Самое низкое сходство в пределах ТСМ отмечено для флор дренажных канав Бореального Ангарского подтаежного биома с откосами железной дороги, полосой отчуждения и канавами Тоболо-Приобского лесостепного биома (по 13,0%).

56 видов (27,0%) являются чужеродными, среди которых 22 вида – инвазионные, а 9 входят в Топ-100 самых опасных инвазионных растений России.

Наличие интенсивных процессов заноса чужеродных видов подтверждается находками новых видов для флоры Новосибирской области: *Oenothera fallax* Renner (новый для флоры Сибири), *Carthamus tinctorius* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall.

Авторы благодарят Н.И. Золотухина (Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени проф. В.В. Алехина) за ценные замечания, высказанные при подготовке статьи.

Список литературы

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. 2010. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС. 512 с.

Виноградова Ю.К., Тохтарь В.К., Зеленкова В.Н., Галкина М.А., Курской А.Ю., Третьяков М.Ю., Стогова А.В. 2020. Флора Транссибирской железнодорожной магистрали и ее сопряженность с характеристиками естественных биомов на территории Восточно-Европейской равнины // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. №4 (60). С. 61-82.

Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. 2018. Самые опасные

инвазионные виды России (Топ-100) М.: Товарищество науч. изд. КМК. 688 с.

Карта «Биомы России» в серии карт природы для высшей школы 2018. М. 1:7500000. Издание 2-е, переработанное и дополненное / Г.Н. Огуреева, Н.Б. Леонова, Л.Г. Емельянова и др. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). Электронная версия https://wwf.ru/what-we-do/bio/biomy-rossii/

Конспект флоры азиатской России: Сосудистые растения. 2012. / под ред. К.С. Байкова. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 640 с.

Сенатор С.А., Тохтарь В.К., Курской А.Ю. Материалы к флоре железных дорог Белгородской области // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26. № 4. С. 50-59.

Тохтарь В.К. 1993. Флора железных дорог юго-востока Украины: автореф. дис. …канд. биол. наук. Киев. 18 с.

Тохтарь В.К., Грошенко С.А. 2008. Глобальные инвазии адвентивных видов растений: проблемы и перспективы исследований // Научн. вед. Белг. гос. ун-та. Сер. Естественные науки. № 7(47). С. 50-54.

Тохтарь В.К., Курской А.Ю. 2019. Инвазионные растения юго-запада Среднерусской возвышенности. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ». 120 с.

Эбель А.Л., Куприянов А.Н., Стрельникова Т.О., Анкипович Е.С., Антипова Е.М., Антипова С.В., Буко Т.Е., Верхозина А.В., Доронькин В.М., Ефремов А.Н., Зыкова Е.Ю., Кирина А.О., Ковригина Л.Н., Ламанова Т.Г., Михайлова С.И., Ноженков А.Е., Пликина Н.В., Силантьева М.М., Степанов Н.В., Тарасова И.В., Терехина Т.А., Филиппова А.В., Хрусталева И.А., Шауло Д.Н., Шереметова С.А. 2016. Черная книга флоры Сибири. Новосибирск. Академическое изд-во «Гео». 439 с.

Bellard C, Cassey P, Blackburn T.M. 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. Biol. Lett. 12:20150623. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623

Burda R.I., Tokhtar V.K. Invasion, distribution and naturalization of plants along railroads of the Ukrainian southeast // Украинский ботанический журнал. 1992. Т. 49. № 5. С. 14.

Galera H., Sudnik-Wójcikowska B., Wierzbicka M., Jarzyna I., Wiłkomirski B. 2014. Structure of the flora of railway areas under various kinds of anthropopression // Polish Bot. Journal. Vol. 59. P. 121-130.

Gontier M., Balfors B., Mörtberg U. 2006. Biodiversity in environmental assessment – current practice and tools for prediction // Envir. Imp. Asses. Review. Vol. 26. P. 268-286.

Jehlik V. 1998. Alien expansive weeds of the Czech Republic and the Slovak Republic. Praha. 506 p. (In Czech).

Maxwell S.L., Fuller R.A., Brooks T.M., Watson J.E.M. 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers // Nature. Vol. 536. Iss. 7615. P. 143-145. https://doi.org/10.1038/536143a

Richardson D.M., Pyšek P. 2008. Fifty years of invasion ecology – the legacy of Charles Elton // Divers. Distr. Vol. 14. Iss. 2. P. 161-168. https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00464.x

FLORA OF THE SIBERIAN SECTION OF THE TRANS-SIBERIAN RAILWAY WITHIN VARIOUS NATURAL BIOMES

V.K. Tokhtar[1], Yu.K. Vinogradova[3], A.Yu. Kurskoy[1], J. Pergl[2], V.N. Zelenkova[1], M.Yu. Tretyakov[1]

[1]Belgorod State National Research University, Belgorod
[2]Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prahue
[3]Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

An inventory of plant species was carried out on the Siberian section of the Trans-Siberian Railway (TSR) between the cities of Novosibirsk and Krasnoyarsk. The vegetation cover of 10 railway stations and between railway stations was studied: 4 – on the territory of the Novosibirsk region and 6 – on the territory of the Krasnoyarsk region. The studied sections of the TSR are located in two natural biomes: the Tobolo-Priobsky forest-steppe and the Boreal Angara subtaiga. 209 species of vascular plants were identified: 19 woody, 107 polycarpic and 83 species of monocarpic herbaceous plants. 154 species (73.7%) were recorded in the Boreal Angara subtaiga biome, while 150 (71.8%) were recorded in the Tobolo-Priobskoye forest-steppe biome. The highest similarity of the Sorensen coefficient was noted between the flora of the adjacent territories to the railway slopes of the Tobolo-Priobsky forest-steppe biome and the flora of the other ecotopes of the railways of the Boreal Angara subtaiga biome, except for the flora of drainage ditches. A significant similarity between the railway flora of both biomes has been revealed. The lowest similarity within the TSM was noted for the flora of drainage ditches of the Boreal Angara subtaiga biome with the slopes of the railway, the exclusion zone and the ditches of the Tobolo-Priobsky forest-steppe biome (13.0% each). 56 species (27.0%) are aliens, among them 22 species are classified as invasive ones. Nine are among the Top 100 most dangerous invasive species in Russia.

Keywords: *Trans-Siberian railway, natural biomes, flora, Siberian section, invasive plant species*.

Об авторах:

ТОХТАРЬ Валерий Константинович – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, директор Научно-образовательного центра «Ботанический сад НИУ «БелГУ» ФГАОУ «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы д. 85; e-mail: tokhtar@bsu.edu.ru.

КУРСКОЙ Андрей Юрьевич – заведующий сектором природной флоры Научно-образовательного центра «Ботанический сад

НИУ «БелГУ» ФГАОУ «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы д. 85; e-mail: kurskoy@bsu.edu.ru.

PERGL Jan – researcher with focus on plant invasions, Department of Invasion Ecology, Institute of Botany, Czech Academy of Sciences, CZ-25243, Průhonice, Czech Republic; e-mail: jan.pergl@ibot.cas.cz.

ЗЕЛЕНКОВА Виктория Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной ботаники Научно-образовательного центра «Ботанический сад НИУ «БелГУ» ФГАОУ «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы д. 85; e-mail: zelenkova@bsu.edu.ru.

ТРЕТЬЯКОВ Михаил Юрьевич – кандидат биологических наук, заведующий лаборатории генетики и селекции Научно-образовательного центра «Ботанический сад НИУ «БелГУ» ФГАОУ «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы д. 85; e-mail: tretyakovmiy@gmail.com

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

Тохтарь В.К. Флора сибирского участка Транссибирской железнодорожной магистрали в пределах различных естественных биомов / В.К. Тохтарь, А.Ю. Курской, J. Pergl, В.Н. Зеленкова, М.Ю. Третьяков, Ю.К. Виноградова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 68-83

УДК 630.443 (470.331)
DOI: 10.26456/vtbio281

ВЛИЯНИЕ КОРНЕВОЙ ГУБКИ НА СОСНОВЫЕ И ЕЛОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ В ТВЕРСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.В. Зуева, С.А. Матвеева, Е.А. Андреева
Тверской государственный университет, Тверь

Рассмотрено влияние корневой губки на сосновые и еловые насаждения в Тверской области. Выявлена зависимость распространения корневой губки от погодных условий. Даны рекомендации по предупреждению возникновения новых очагов корневой губки.

Ключевые слова: *корневая губка, еловые насаждения, сосновые насаждения, природно-климатические условия.*

Введение. В настоящее время проблема сохранения лесов на разных уровнях стоит особенно остро (Паленова и др., 2022). Поддержание лесного фонда необходимо как с точки зрения оптимизации ведения лесного хозяйства, так и с точки зрения сохранения лесов как природных экосистем (Мейсурова и др., 2019). Леса являются ключевым компонентом экологического каркаса территории Тверской области. Они играют важнейшую роль в регулировании стабильности природной среды, сохранении климата, водных ресурсов и биологического разнообразия (Нотов и др., 2017; Мейсурова и др., 2019, 2020). В экосистемах Верхневолжья значительно полнее, чем в других регионах Центральной России представлены биологически ценные леса и характерные для них индикаторные виды (Нотов и др., 2016, 2017, 2022а, б; Нотов, 2018; Notov et al., 2019).

В пределах Тверской области представлены типичные южно-таежные лесные сообщества (Нотов и др., 2016, 2017, 2022а). В настоящее время облесенность территории составляет более 50 % от площади области. Среди них около 25% приходиться на коренные хвойно-широколиственные леса. Особую значимость приобретает сохранение коренных зональных лесных сообществ Тверской области и реализация эффективной программы лесовоссановления в районах с меньшим уровнем облесенности (Мейсурова и др., 2019).

Леса постоянно испытывают антропогенную нагрузку, приводящую к трансформации растительного покрова и видового состава растений. Наряду с антропогенным воздействием на лесные

© Зуева Л.В., Матвеева С.А., Андреева Е.А., 2022

экосистемы, важную роль играют различные природные факторы. Среди последних большое значение имеет поражение древостоев болезнями. Большую опасность для хвойных лесов Тверской области представляет корневая губка. Ее развитие вызывает трутовый гриб *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) (Otrosina, Scharpf, 1989; Lockman, 2009; Волченкова и др., 2012).

В Тверском лесничестве Тверской области лесами с преобладанием сосны обыкновенной заняты более 73 тыс. га, а с преобладанием ели европейской – более 33 тыс. га. В этой связи оценка влияния корневой губки на эти хозяйственно ценные породы весьма актуальна для дальнейшего проектирования лесозащитных мероприятий по борьбе с данным вредителем.

Цель работы – проанализировать влияние корневой губки (*H. annosum*) на санитарное состояние сосновых и еловых насаждений, а также определить зависимость заражения от погодных условий и лесотаксационных характеристик насаждений на территории Тверского лесничества Тверской области.

Корневая губка относится к базидиомицетам. В России она встречается повсеместно в лесной и лесостепной зонах. Наибольший вред она наносит хвойным породам. *H. annosum* обычно поражает мертвую древесину, а при наличии подходящих условий переходит от сапротрофного питания к паразитизму на живых деревьях, у которых оно вызывает пеструю ямчато-волокнистую гниль. Гриб является космополитом, способен поражать до 200 видов хвойных и лиственных пород, но наибольший вред наносит хвойным (Чураков, 2021).

Первичное заражение губкой осуществляется конидиями и базидиоспорами. Вылет базидиоспор продолжается с весны до поздней осени. Базидиоспоры и конидии разносятся ветром, животными и водой и попадают на участки деревьев с механическими повреждениями, чаще всего – на спилы пней. Вторичное заражение происходит через контакт зараженных и здоровых корней, что вызывает куртинное усыхание растений. Характер развития гнили, внешние проявления заболевания, особенности очагов зависят от поражаемой породы и иных характеристик насаждения.

Как правило, у сосны обыкновенной губка поражает лишь корни, редко поднимаясь в ствол на высоту до 1 м. Патогенез сопровождается смолотечением из-за разрушения смоляных ходов, древесина засмаливается и приобретает красновато-бурую стекловидную окраску. На конечной стадии древесина становится волокнисто-мочалистой, ячеистой, смолистость исчезает, появляется гнилостный запах (Волченкова, 2017). Также наблюдается снижение прироста, образование укороченных побегов, опадение старой хвои и

изреживание кроны. Характер усыхания выраженный куртинный, очаг имеет овальную форму (Кулаков, 2018).

У ели губка быстро распространяется в корнях и переходит в ствол, образуя центральную гниль на высоте до 10 м. Внешние признаки чаще не проявляются до самой гибели дерева. Очаги усыхания не имеют выраженных окон, их границы расплывчаты из-за длительного сохранения зеленой хвои на побегах. Из-за особенностей корневой системы ель подвержена ветровалу, и в очагах корневой губки часто наблюдается массовый вывал деревьев. На их корнях могут образовываться плодовые тела гриба.

Большое значение для оценки влияния погодных условий на лесные насаждения имеет средняя температура воздуха в вегетационный период. Средняя температура была выше нормы в 2010, 2011, 2016 и 2018 гг., ниже нормы в 2015, 2017 и 2020 гг. и соответствовала норме в остальные года (рис. 1).

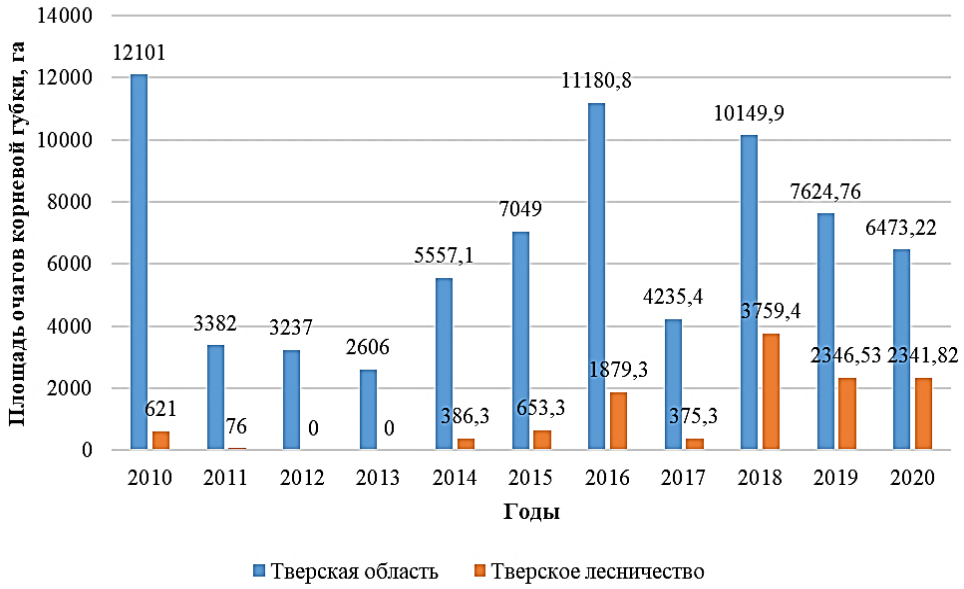


Рис. 1. Динамика очагов губки корневой
в Тверской области и Тверском лесничестве в 2010–2020 гг.

Наиболее полно влагообеспеченность территории отражает уровень дефицита влажности воздуха. Его среднемноголетнее значение для Тверской области составляет 4,2 миллибара. Наибольшие значения дефицита влажности воздуха были отмечены в 2010, 2014, 2018 и 2020 гг., наименьшие – в 2012 и 2017 гг., в остальные годы значения оставались в пределах нормы.

Нами выявлена определенная зависимость распространения корневой губки от погодных условий. Чем выше показатели средней температуры воздуха и дефицита его влажность (при котором относительная влажность ниже), тем большую площадь занимают очаги корневой губки. Этот ксилотрофный гриб нуждается в постоянной, но не избыточной влажности, и в положительных температурах в течение всего вегетационного периода.

Помимо погодных условий на поражаемость хвойных насаждений корневой губкой влияют и характеристики самих насаждений (рис. 2). Еловые насаждения обладают меньшей устойчивостью к корневой губке по сравнению с сосновыми. В Тверском лесничестве за 2020 год были выявлены крупные очаги поражения корневой губкой: в сосновых насаждениях – на площади 398,75 га (36%), в еловых – 711,81 га (64%).

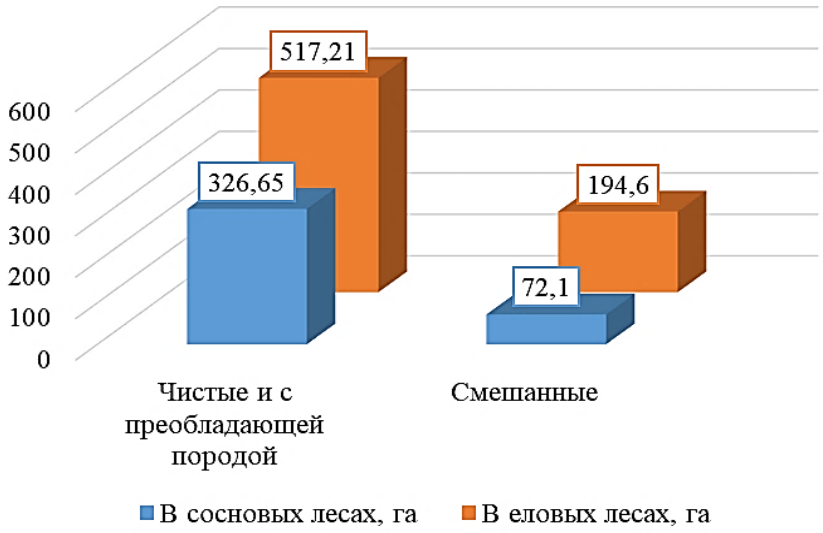


Рис. 2. Зависимость площади очагов поражения корневой губкой от типа лесного насаждения

Чистые насаждения и насаждения с преобладанием основной породы поражаются больше, чем насаждения, где в составе присутствует примесь лиственных пород от 3 единиц и выше. Это относится как к еловым, так и к сосновым насаждениям Тверского лесничества, где смешанные насаждения составляют 27,3 % и 18,1 % соответственно.

Влияет на распространенность поражения также бонитет лесных насаждений. Чаще всего поражаются наиболее продуктивные древостои высших классов бонитета – I и II.

В сосновых насаждениях Тверского лесничества сильнее оказались поражены губкой среднеполнотные древостои (полнота 0,6–0,7). В еловых насаждениях – высокополнотные (полнота 0,8 и выше).

На устойчивость к корневой губке влияет возраст насаждений. В сосняках сильнее поражены перестойные насаждения. В ельниках – молодняки II класса возраста. На развитие очагов корневой губки оказывает воздействие и тип лесорастительных условий (ТЛУ). Границы оптимума корневой губки лежат на свежих и влажных почвах.

Наибольшую площадь в сосновых насаждениях занимают очаги на относительно бедных влажных почвах (В3), на втором месте очаги на относительно богатых влажных почвах (С3), в наименьшей степени очаги корневой губки развиты на сырых и мокрых почвах (А4, А5) (Матвеева и др., 2021).

В еловых насаждениях наибольшая площадь очагов расположена на относительно богатых влажных почвах (С3), на втором месте относительно бедные влажные почвы (В3), в наименьшем количестве встречаются очаги на сырых почвах (В4 и С4).

Для улучшения лесопатологической ситуации в долгосрочной перспективе необходим комплекс мер, направленных на предупреждение возникновения новых очагов корневой губки, включающий в себя не только проводимые в лесах мероприятия, но и мониторинговые исследования. Программа борьбы с этим заболеванием должна включать следующие направления деятельности.

- Более строгое соблюдение рекомендаций по защите хвойных пород от корневой губки в лесах европейской части России; возможна и разработка региональных рекомендаций, учитывающих индивидуальные условия, сложившиеся в Тверской области. Основные рекомендации разработаны в 2001 г. отделом защиты леса ВНИИЛМ.
- Проведение специальных исследований по выявлению устойчивых к корневой губке селекционных форм сосны обыкновенной и ели европейской и их дальнейшее разведение при лесовосстановлении;
- Разработка и применение более надежных методов диагностики болезни для уточнения границ очагов корневой губки. Предварительные исследования по идентификации генетического материала корневой губки в корнях сосны

обыкновенной были проведены филиалом ФБУ «Рослесозащита» Центром защиты леса Алтайского края в 2016 г., результаты показали перспективность применения данного метода, при его относительной простоте и экспрессности;

- Возможным путем предотвращения возникновения эпифитотий корневой губки в хвойных насаждениях может послужить создание условий для изоляции субпопуляций корневой губки с целью снижения генетического разнообразия патогена и падению его выживаемости с каждым новым поколением. Подобные условия могут быть обеспечены с помощью формирования мозаичной структуры насаждения, отбора устойчивых к корневой губке селекционных форм сосны обыкновенной и ели европейской, а также внесения в экосистему грибов-сапрофитов, являющихся антагонистами корневой губки (трутовик окаймленный, пениофора гигантская, триходерма).
- Корневая губка является актуальным объектом для научных исследований, будучи высоко агрессивным космополитным патогеном, ежегодно приносящим ущерб лесным насаждениям и лесному хозяйству.

Корневая губка *H. annosum* – широко распространенный в северном полушарии базидиальный гриб, относящийся к факультативным сапротрофам и вызывающий пеструю ситовую гниль корней и куртинное (либо диффузное) усыхание хвойных насаждений. Внешние признаки поражения губкой варьируют в зависимости от породы дерева-хозяина и могут долгое время не проявляться. При поражении корневой губкой сосны обыкновенной гниль локализуется в корнях, редко поднимаясь в ствол на высоту до 1 метра, внешними признаками заболевания являются изреживание кроны и пожелтение хвои с куртинным типом усыхания деревьев в очагах. Ель европейская. При поражении корневой губкой ели гниль часто поднимается в комель и ствол на высоту до 10 м, внешние признаки могут не проявляться до усыхания дерева, в связи с чем очаг имеет диффузный тип усыхания. Хвойные насаждения в большем объеме поражаются в теплые годы с высоким дефицитом влажности воздуха, особенно сильно поражаются еловые насаждения. Наиболее восприимчивы к заражению являются высокобонитетные насаждения чистые или с незначительной примесью лиственных пород с полнотой 0,6 и выше, относящиеся к II-VI классам возраста и произрастающие на относительно богатых и богатых влажных почвах (В3, С3).

В настоящее время наиболее достоверным методом диагностики поражения корневой губкой является извлечение керна из

комлевой части ствола возрастным буравом, второй признак – наличие плодовых тел, однако, они образуются не всегда. Для борьбы с корневой губкой разработан комплекс мероприятий, предполагающий лесовосстановление, рубки ухода, сплошные и выборочные санитарные рубки, меры профилактики распространения заболевания. Сложность борьбы с корневой губкой обусловлена необходимостью соблюдения всего комплекса превентивных мер по защите хвойных пород, а также необходимостью проведения специальных исследований по селекции, диагностированию и локализации очагов губки корневой.

Таким образом, в Тверском лесничестве Тверской области выявлен достаточно высокий уровень поражения корневой губкой сосновых и еловых лесонасаждений. Выяснена зависимость поражения от погодных условий, состава древостоев и их бонитетных и возрастных характеристик. Разработана комплексная система мероприятий по предотвращению распространения заболевания и его профилактики. Аналогичные программы целесообразно реализовать и в других лесничествах Тверской области.

Список литературы

Волченкова Г.А. 2017. Биоэкологические особенности развития фитопатогенного базидиомицета *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. и обоснование контроля пестрой ситовой гнили корней сосны: автореф. дис. … канд. биол. наук (06.01.07). Прилуки. 27 с.

Волченкова Г.А., Звягинцев В.Б., Кривицкая З.И., Жданович С.А. 2012. Распространенность очагов корневой губки в сосновых насаждениях Витебского, Минского и Могилевского ГПЛХО // Труды БГТУ. № 1: Лесное хоз-во. 5 с.

Кулаков С.С. 2018. Очаговое усыхание *Pinus sylvestris* L. на юге Красноярского края в результате воздействия корневых патогенов *(Armillaria mellea* s.l., *Heterobasidion annosum* s.l.): автореф. дис. … канд. канд. биол. наук (06.03.02). Красноярск. 22 с.

Матвеева С.А., Зуева Л.В. 2021. Заболевания сосновых насаждений пестрой ситовой гнилью в условиях Тверского лесничества Тверской области // Биологический факультет. Материалы IX науч. конф. аспирантов, магистров и студентов, апрель 2021 г. Тверь: Изд-во ТвГУ. С. 63-67

Мейсурова А.Ф., Иванова С.А., Зуева Л.В., Спирина У.Н., Курочкин С.А., Нотов А.А., Степанова Е.Н., Петухова Л.В., Андреева Е.А., Нотов В.А., Кратович П.В. 2019. Биоразнообразие лесных экосистем Тверской области: учеб. пособие. Тверь: Твер. гос. ун-т. 142 с.

Мейсурова А.Ф., Кратович П.В., Спирина У.Н., Зуева Л.В., Нотов А.А., Курочкин С.А., Петухова Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А., Степанова Е.Н., Нотов В.А. 2020. Лесные экосистемы Тверской области: рациональное использование, охрана и мониторинг: База данных. Свидетельство о государственной регистрации базы данных в Федеральной службе по

интеллектуальной собственности № 2020621373. Заявка № 2020621256. Дата поступления 03.08.2020 г. Дата гос. регистрации в Реестре баз данных 06.08.2020 г.

Нотов А.А. 2018. Некоторые результаты изучения индикаторных видов биологически ценных лесов в Тверской области // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование: Труды шестой междунар. науч.-практ. конф. М.: Буки-Веди. С. 522-527.

Нотов А.А., Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Волков В.П. 2022а. Дополнение к лихенофлоре Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2(66). С. 122-132.

Нотов А.А., Зуева Л.В., Нотов В.А., Мейсурова А.Ф., Андреева Е.А. 2016. Специфика флоры озерных комплексов юго-западной части Валдайской возвышенности и проблема сохранения биоразнообразия // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4. С. 241-266.

Нотов А.А., Мейсурова А.Ф., Зуева Л.В., Нотов В.А., Андреева Е.А., Иванова С.А. 2017. Некоторые итоги реализации модели комплексного биомониторинга экосистем Верхневолжья // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2. С. 244-269.

Нотов А.А., Фертиков В.И., Павлов А.В., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В. 2022б. О флористическом разнообразии лесоболотных экосистем правобережья Лоби // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3(67). С. 110-121.

Паленова М.М., Коротков В.Н., Нотов А.А., Сильнягина Г.В., Кинигопуло П.С., Золина Т.А., Югов А.Н. 2022. Состояние и задачи совершенствования учета и оценки видового разнообразия древесных и кустарниковых растений в лесном хозяйстве // Лесохозяйственная информация. № 4. С. 58-84.

Чураков Б.П. 2021. Лесная фитопатология: учебник для СПО. 2-е изд., стер. СПб.: Лань. 448 с.

Lockman B. 2009. Annosus root disease: P-type, ecology and management. Forest Health Protection and State Forestry Organizations. 6 p.

Notov A.A., Himelbrant D.E., Stepanchikova I.S. 2019. New records of lichens and lichenicolous fungi from the Tver Region // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. T. 53(1). P. 157-166.

Otrosina W.J., Scharpf R.F. 1989. Proceedings of the Symposium on research and management of annosus root disease (*Heterobasidion annosum*) in Western North America. Monterey: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 173 p.

INFLUENCE OF THE ROOT ROT FUNGUS ON PINE AND SPRUCE PLANTATIONS IN THE TVER FORESTRY OF THE TVER REGION

L.V. Zueva, S.A. Matveeva, E.A. Andreeva
Tver State University, Tver

Here we discuss the influence of the Root rot fungus on pine and spruce plantations in the Tver region. The dependence of the Root rot fungus distribution from weather conditions has been revealed. Recommendations to prevent the occurrence of new foci of the Root rot fungus are given.
Keywords: *Root rot fungus, spruce plantations, pine plantations, natural and climatic conditions.*

Об авторах:

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.

МАТВЕЕВА Светлана Александровна – бакалавр направления 35.03.01 Лесное дело, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: botany@tversu.ru.

АНДРЕЕВА Елена Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: el-an72@yandex.ru.

Зуева Л.В. Влияние корневой губки на сосновые и еловые насаждения в Тверском лесничестве Тверской области / Л.В. Зуева, С.А. Матвеева, Е.А. Андреева // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 84-92.

УДК 581.41+581.84: 582.734.4
DOI: 10.26456/vtbio282

О БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОЗ

Л.В. Петухова[1], Л.В. Григорьева[2], В.А. Нотов[3,1]
[1]Тверской государственный университет, Тверь
[2]Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск
[3]МБОУ СОШ № 3, пос. Редкино (Тверская область)

Изучены жизненные формы, особенности формирования генеративных почек и анатомическая структура стебля некоторых видов рода *Rosa* L. Выделены две основные группы жизненных форм – ксилоризомно-короткокорневищная и ксилоризомно-длиннокорневищная, которые отличаются способностью к вегетативному размножению и расселению. Выявлены общие и специфические признаки в анатомической структуре стеблей.
Ключевые слова: *жизненная форма, ксилоризом, анатомическая структура, Rosa, Rosaceae.*

Введение. Розы – одни из наиболее популярных декоративных растений, которым посвящена обширная литература (Былов и др., 1972; Сушков, Бессчетнова, 1973; Воронцов, 2007; Тадеуш, 2012; Матусевич, Жигар, 2016). Благодаря особой привлекательности и красоте они нередко занимают первое место среди прочих садовых растений. Неслучайно розу считают «царицей цветов». Для украшения цветников и в селекции используют не только многочисленные садовые розы, но и виды дикорастущих шиповников (Соколов, 1991; Александрова, 2000; Аксенов, Аксенова, 2001 и др.). Несмотря на такую популярность и исключительную роль в цветоводстве и ландшафтном дизайне изучению биоморфологии роз не уделяли должного внимания. Сведения о специфике жизненных форм и анатомическом строении конкретных видов фрагментарны, неточны, а нередко отсутствуют. Недостаточно изучено также влияние различных факторов на биоморфологические характеристики сортовых форм и дикорастущих видов.

В результате многовековой селекции и гибридизации многие представители этого рода сильно уклонились от исходных форм, что существенно осложняет идентификацию видовой принадлежности. Лишь немногие парковые садовые розы можно уверенно отнести к определенному виду. Таксономические обзоры часто противоречивы и периодически перерабатываются, что создает значительные проблемы

© Петухова Л.В., Григорьева Л.В., Нотов В.А., 2022

для пользователей. Эти проблемы в настоящее время становятся все более острыми, как и в других прикладных сферах деятельности, что существенно осложняет решение конкретных практических задач (Паленова и др., 2022). Важность дальнейшего развития систематики роз обусловлена потребностью точного определения видов и сортов. Оно крайне необходимо для оценки возможностей использования интересующего цветовода материала, обеспечения правильного ухода и оптимальных условий для активного роста и обильного цветения. В обзоры последних лет включены новые садовые группы и учтены современные представления о систематике роз (Бумбеева, 2011).

Специфические особенности жизненных форм в пределах многих групп роз могут быть достаточно стабильными, что повышает актуальность более детального биоморфологического анализа. Цель нашей работы – дополнить сведения о биоморфологии некоторых широко используемых роз.

Методика. Нами рассматривались кусты с сохранившейся корневой системой у представителей разных групп роз для уточнения их жизненной формы. Определялось положение цветоносных побегов и генеративных почек. Проанализировано анатомическое строение стеблей побегов первого года жизни. Срезы делались бритвой от руки, обрабатывались стандартными реактивами для установления степени одревеснения. Препараты анализировали с помощью светового микроскопа «Биомед 4» с последующим фотографированием.

Результаты и обсуждение. Наши наблюдения показали, что по особенностям подземной части (зоны возобновления) все виды роз можно разделить на две группы: ксилоризомно-короткокорневищные и ксилоризомно-длиннокорневищные. Ксилоризомом называется многолетняя подземная побеговая часть кустарников и деревьев с зоной возобновления или одревесневающее корневище (Жмылев и др., 2002). Этот термин был предложен Т.Г. Дервиз-Соколовой (1966) и довольно часто используется при описании особенностей подземной части древесных растений. Следует отметить, что все садово-парковые сорта – ксилоризомно-короткокорневищные, что значительно облегчает их выращивание, поскольку они не распространяются активно по территории участка, оставаясь на отведенном для них месте.

Разные виды роз отличаются высотой и направлением роста надземных побегов. По высоте побегов различают низкорослые, например, миниатюрные, патио, представляющие собой низкорослые разновидности роз флорибунда. По направлению роста большая часть форм пряморастущие. У почвопокровных роз побеги распростёрты по почве, их обычно высаживают на склонах. Плетистые розы имеют длинные гибкие побеги, которые требуют подвязывания к опоре.

Каждая форма роз находит своё применение в дизайне (Хессайон, 1999).

А Б

Рис. 1. Побеги роз первого (А) и второго (Б) года (генеративные)

К группе ксилоризомно-короткокорневищных относятся и природные виды, которые также часто используются с декоративными целями. Среди них, например, роза бедренецелистная или колючая (*Rosa pimpinellifolia* L.), шиповник морщинистый (*Rosa rugosa* Thunb.) и др. Они иногда способны к слабому вегетативному размножению. Мы наблюдали образование дочерних кустов у шиповника морщинистого, но рядом с материнским растением. С другой стороны, шиповники майский (*Rosa majalis* Herrm.), собачий (*Rosa canina* L.) – ксилоризомно-длиннокорневищные виды. В природных экотопах они образуют довольно большие заросли. В культуре быстро разрастаются по территории и требуют контроля их распространения. Их часто считают корнеотпрысковыми (Аксёнов и др., 2001).

Однако корнеотпрысковость для шиповников не характерна. На их корнях придаточные почки не закладываются, а вот длинные гипогеогенные корневища формируются всегда, что обеспечивает их активное вегетативное размножение. Ксилоризомно-короткокорневищные розы чаще всего размножают черенками или

отводками. В питомниках их можно размножать прививками. В качестве подвоя чаще используют видовые короткокорневищные формы. Применяют в этих целях и розу собачью (*Rosa canina* L.), регулярно удаляя побеги, формирующиеся от подвоя, которые по традиции называют корневыми отпрысками (Хессайон, 1999).

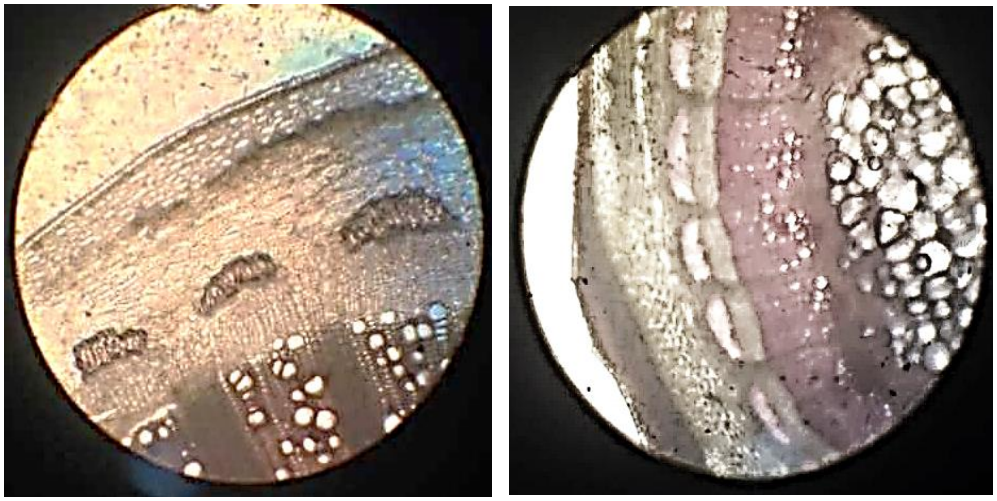
Разные виды роз отличаются характером заложения генеративных почек, что в свою очередь влияет на продолжительность жизни наземных побегов, но не связано с декоративностью. Декоративность роз определяется формой и размером цветков, их количеством в соцветии и числом соцветий на побеге. Например, у чайно-гибридных, полиантовых роз и флорибунда генеративные почки закладываются на побегах первого года из верхушечной почки, в то время как у почвопокровных и плетистых роз, видовых шиповников генеративные почки формируются на второй год жизни материнского побега из пазушных почек на укороченных побегах и имеют боковое положение. Это коррелирует с продолжительностью жизни побегов. Боковое положение цветоносов свойственно и некоторым видовым формам шиповников (рис. 1).

Представляет интерес специальное изучение анатомических особенностей стебля разных видов роз, выяснение степени его паренхиматизации. Существует мнение, что успех размножения черенками зависит от количества запасных питательных веществ в стеблях.

Наши исследования показали, что в анатомической структуре стебля разных видов много общих признаков. Среди них хорошо выраженная первичная кора, состоящая из пластинчатой колленхимы и коровой паренхимы (рис. 2). Колленхима располагается не совсем равномерным кольцом. Есть участки, где число слоёв колленхимы по кольцу, как правило, пять, а в отдельных местах достигает восьми, что напоминает пучки.

Такая особенность свойственна не только розам, но встречается и у других кустарников, например, у бузины. На месте протофлоэмы формируется четко очерченными группами флоэмная склеренхима. Наряду с общими признаками есть некоторые отличия. В стебле чайно-гибридной розы значительно шире первичные сердцевинные лучи, достигающие 5–6 клеток по ширине, поэтому и группы флоэмы сильнее расставлены, в то время как у колючей розы лучи узкие.

Древесина отчетливо рассеяннососудистая, что вообще свойственно представителям семейства Rosaceae (Джонс, 1932). У розы колючей сосуды, на наш взгляд, мельче по диаметру. Можно предположить, что выявленные отличия обусловлены разной продолжительностью жизни побегов.



А Б

Рис. 2. Поперечные срезы стеблей роз:
А – чайно-гибридной; Б – колючей

А Б

Рис. 3. Строение сердцевины стебля чайно-гибридной розы:
А – увеличение ×120; Б – увеличение ×600

Интересно отметить, что сердцевина у исследованных видов достаточно своеобразна. Крупные клетки, сильно вакуолизированные, чередуются с мелкими клетками, которые имеют более густую цитоплазму.

В клетках хорошо заметны кристаллы оксалата кальция в виде кристаллического песка. Их отмечали и другие авторы (Delinschi-Floria

et al., 2009a, b.) (рис. 3). Размеры сердцевины примерно одинаковые у изучаемых видов.

Заключение. Таким образом, у роз можно выделить две основные жизненные формы. Ксилоризомно-длиннокорневищная отличается от ксилоризомно-короткокорневищной способностью к вегетативному размножению и расселению. Выявленные нами общие и специфические признаки анатомического строения стебля позволяют более полно охарактеризовать биоморфологические особенности широко распространенных видов роз.

Список литературы

Аксенов Е.С., Аксенова Н.А. 2001. Декоративное садоводство для любителей и профессионалов. Деревья и кустарники. М.: АСТ-ПРЕСС. 560 с.

Александрова М. 2000. Аристократы сада: красивоцветущие кустарники. М.: Фритон+. 192 с.

Бумбеева Л.И. 2011. Розы. М.: Издательский дом МСП. 128 с.

Былов В.Н., Штанько И.И., Юдинцева Е.В., Михайлов Н.Л. 1972. Розы. Краткие итоги интродукции. М.: Наука. 304 с.

Воронцов В.В. 2007. Все о розах. М.: Фантом-пресс. 320 с.

Дервиз-Соколова Т.Г. 1966. Анатомо-морфологическое строение *Salix polaris* Wahlb., *S. phlebophylla* Andress // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 71. Вып. 2. С. 28-38.

Джонс В.С. 1932. Древесные породы их строение и отличительные признаки. М.: Гослестехиздат. 171 с.

Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А. Баландин С.А. 2002. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь: учеб. пособие. М.: Гриф и Ко. 240 с.

Матусевич Н.М., Жигар М.П. 2016. Использование данных анатомического строения вегетативных органов некоторых представителей Rosoideae в системе подсемейства // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. № 2. С. 41-45.

Паленова М.М., Коротков В.Н., Нотов А.А., Сильнягина Г.В., Кинигопуло П.С., Золина Т.А., Югов А.Н. 2022. Состояние и задачи совершенствования учета и оценки видового разнообразия древесных и кустарниковых растений в лесном хозяйстве // Лесохозяйственная информация. № 4. С. 58-84.

Соколов Н.И. 1991. Розы. М. 142 с.

Сушков К.Л., Бессчетнова М.В. 1973. Розы. 2-е изд. Алма-Ата: Каинар. 152 с.

Тадеуш Ю.Е. 2012. Розы в дизайне вашего сада. СПб.: Питер. 96 с.

Хессайон Д.С. 1999. Все об альпинарии и водоеме в саду. М., 1999. 128 с.

Delinschi-Floria V., Aprotosoaie C., Stănescu I., Toma C. 2009a. Morpho-anatomical considerations upon the shoot of some *Rosa* L. cultivars from the Botanic Garden of Iasi (2nd Note) // Analele stiintifice ale Universitatii «Al. I. Cuza» Iaşi. V. 55. № 2. P. 47-54.

Delinschi-Floria V., Stănescu I., Mihalache M., Adumitresei L. 2009b. Morpho-anatomical considerations upon the soot of some *Rosa* L. cultivars from the Botanic Garden of Iaşi // Journal of Plant Development, Iaşi. V. 16. P. 9-16.

TO THE BIOMORPHOLOGICAL FEATURES OF SOME *ROSA* SPECIES

L.V. Petukhova[1], L.V. Grigoreva[2], V.A. Notov[3,1]
[1]Tver State University, Tver
[2]Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk
[3]Secondary School № 3, Redkino Settlement, Tver Region

We studied life forms, the generative buds formation and anatomical structure of stems in some species of genus *Rosa* L. Two main groups of life forms, such as xylorhizomatous-short-rhizomatous and xylorhizomatous-long-rhizomatous were distinguished. Mentioed forms differ in their ability to vegetative reproduction and expansion. We also defined common and distinctive traits of stem anatomical structure.
Keywords: *life form, xylorhizome, anatomical structure, Rosa, Rosaceae.*

Об авторах:

ПЕТУХОВА Людмила Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: petuchova.lv@mail.ru.

ГРИГОРЬЕВА Людмила Викторовна – доктор сельскохозяйственных наук, директор института, ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», 393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101, e-mail: grigorjeval@mail.ru.

НОТОВ Валерий Александрович – кандидат биологических наук, учитель биологии МБОУ СОШ № 3 пос. Редкино, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 171260, Тверская обл., Конаковский р-н, пгт. Редкино, ул. Диева, д. 33а, e-mail: vnotov123@mail.ru.

Петухова Л.В. О биоморфологических особенностях некоторых видов роз / Л.В. Петухова, Л.В. Григорьева, В.А. Нотов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 93-99.

УДК 581.9 +581.527.7 (470.331)
DOI: 10.26456/vtbio283

ДИНАМИКА ФИТОЦЕНОЗОВ С УЧАСТИЕМ ПОЛЕМОХОРОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПОСЕЛКА МОНЧАЛОВО (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)*

А.А. Нотов[1], В.А. Нотов[2,1], Л.В. Зуева[1], С.А. Иванова[1], Е.А. Андреева[1], Д.А. Мидоренко[1]
[1]Тверской государственный университет, Тверь
[2]МБОУ СОШ № 3, пос. Редкино (Тверская область)

Проанализирована динамика фитоценозов с растениями полемохорами в окрестностях поселка Мончалово (Тверская область, Ржевский район). Охарактеризована специфика их местообитаний, экологии и встречаемости. Комплекс военных складов около Мончалово во время Великой Отечественной войны был ключевым стратегическим объектом Ржевско-Вяземского плацдарма. Наиболее обычными здесь полемохорами стали *Primula elatior* (L.) Hill, *Pimpinella major* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. et C. Presl, *Heracleum sphondylium* L. Проведена предварительная оценка инвазивного потенциала полемохоров. Более высокую активность проявляют *Primula elatior*, *Pimpinella major*. По всей территории быстро распространяется *Primula elatior*. Она может доминировать в различных сообществах, расселяется вдоль дорог и тропинок, на заросших открытых участках, опушках, в лесных фитоценозах и на низинных болотах. Рекомендуется осуществлять мониторинг динамики дальнейшей натурализации полемохоров.

Ключевые слова: *полемохоры, адвентивные растения, натурализация, биологические инвазии, инвазионная биология, экология, Мончалово, Тверская область, Великая Отечественная война, Ржевская битва.*

Введение. Исследование полемохоров в России стало новым направлением комплексного анализа чужеродных видов, которое представляет большой интерес для развития инвазионной биологии (Сенников, 2012; Решетникова, 2015; Решетникова и др., 2021; Панасенко, 2021; Tokhtar et al., 2021; Vinogradova et al., 2021; Нотов и др., 2022а, б). Особое значение для решения концептуальных проблем, связанных с полемохорными заносами, имеет детальное изучение ключевых модельных территорий со значительным разнообразием

* Работа А.А. Нотова осуществлялась при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-04-01206).

© Нотов А.А., Нотов В.А.,Зуева Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А., Мидоренко Д.А., 2022

полемохоров и сообществ с их участием (Решетникова и др., 2018, 2019, 2020, 2021; Нотов А., Нотов В., 2019; Нотов и др., 2019а, б, 2020а, б, 2022а, б; Панасенко, Решетникова, 2021). В этом отношении крайне интересны основные объекты Ржевско-Вяземского плацдарма, который стал ключевым стратегическим районом в период реализации наступательных операций Ржевской битвы (1942–1943 гг.) (Сандалов, 1960; История…, 1976; Герасимова, 2007, 2016; Мягков, 2013; Калашников, 2018; Нотов и др., 2022а). Продолжительная оккупация, концентрация колоссальных сил немецкой армии, масштабные транспортировки, строительство новых дорог, активные боевые действия способствовали массовому заносу семян чужеродных растений. Одним из узловых объектов Ржевско-Вяземского плацдарма стал поселок Мончалово, около которого располагался крупнейший комплекс военных складов (Osteuropa…, 1943; Герасимова, 2016; Калашников, 2018). Эта территория характеризуется значительным участием полемохоров и оригинальностью их видового состава (Нотов и др., 2021а, 2022а). Актуален ее комплексный анализ и выяснение особенностей распространения и натурализации полемохоров.

Цель работы – выяснение динамики фитоценозов с участием полемохоров в окрестностях поселка Мончалово.

Методика. Полевые исследования проведены в 2019–2022 гг. в окрестностях поселка Мончалово Ржевского района Тверской области. Изучены основные экотопы, фитоценозы и ландшафты в пределах поселка, железнодорожной станции Мончалово, территории бывшей войсковой части № 67730 и военной базы с разушенным складами, а также деревни Мончалово и вдоль демонтированной железной дороги Мончалово–Заволжский. Эти объекты входят в состав выделенной нами при изучении полемохоров ключевой территории КТ 2 (Нотов и др., 2022а). Благодаря железной дороге Рождествено–Папино–Медведево–Мончалово, построенной в 1942 г. войсками вермахта, все отмеченные населенные пункты и связанные с ними участки в период оккупации стали важным стратегическим узлом Ржевско-Вяземского плацдарма. При анализе материалов, собранных в окрестностях Мончалово, мы сопоставляли их с данными специальных исследований, проведенных в районе платформы Рождествено и насленных пунктов Медведево, Дубровка, Папино (Нотов А., Нотов В., 2020а, б; Нотов. и др., 2019а, б, 2020а–г, 2022а).

При выяснении динамики ландшафтов, растительного покрова, связи с военными объектами и транспортными путями изучены карты периода Великой Отечественной войны, довоенного и послевоенного времени (Топографическая…, 1853; Карта…, 1935–1940; Osteuropa…, 1943; Топографические…, 1989; Подробная…, 1991–2005) (рис. 1).

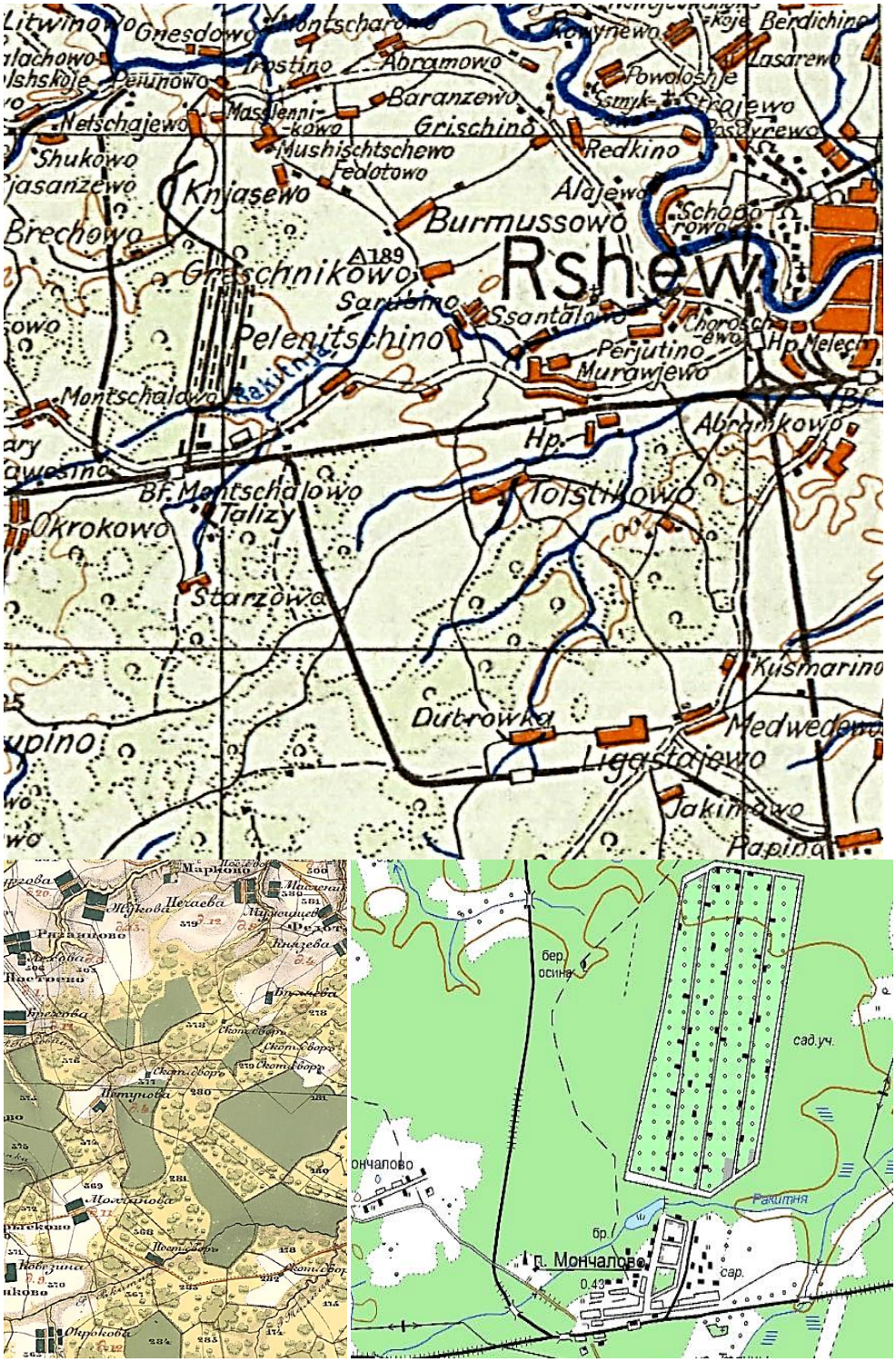


Рис. 1. Модельная территория на картах разных лет: 1943; 1853 (слева); 2001 (справа)
(по: Топографическая…, 1853; Osteuropa…, 1943; Подробная…, 1991–2005)

Проанализированы документальные материалы и литература по боевым действиям и событиям Ржевской битвы (Сандалов, 1960; История…, 1976; Тверские…, 2001; Герасимова, 2007, 2016; Мягков, 2013; Калашников, 2018 и др.). Рассмотрены источники, отражающие историю использования окрестностей Мончалово в качестве военной базы и связанных с ней воинских частей (Рыбкин, 2010; Симонов, 2010; И годы…, 2011; Отношение…, 2015; Афанасьев, 2020; Мирзаян, 2021).

В окрестностях поселка Мончалово и примыкающих к нему объетов закартированы все местонахождения полемохоров (402 пункта мониторинга) и все ценопопуляционные локусы каждого модельного вида (всего более 900), что позволило уточнить пространственную структуру сообществ с полемохорами. Географические координаты определяли навигатором Garmin GPSmap 60CSx. Средствами программы GPS TrackMaker все полевые материалы конвертированы и преобразованы в формат Microsoft Excel. Электронная таблица содержит информацию обо всех пунктах мониторинга и пространственном распределении полемохоров. Для представления и обобщающего анализа данных задействованы стандартные методы геоинформационных исследований в среде программ ESRI ArcGIS Desktop 10.6 и облачной ГИС-платформы ArcGIS Online. В результате создана серия электронных карт местонахождений полемохоров, картографированных способом значков (Нотов и др., 2019б, 2020б, в).

В каждом местообитании мы описывали особенности экотопа, почвенного покрова, основные ассоциации и типы растительности. Геоботанические описания выполняли по традиционным методикам (Полевая…, 1964; Воронов, 1973; Ипатов, 1998). Группировка вариантов сообществ с полемохорами произведена с учетом структуры изученных природных комплексов и пограничных местообитаний. Оценивали численность, обилие и активность полемохоров. При определении ценотических позиций модельных видов и интегральной фитоценотической активности использовали предложенный ранее нами подход и шкалы (Нотов и др., 2022а). Выясняли возможность семенного и вегетативного возобновления, уровень жизненности особей. Более детально изучены особенности экологии и биологии *Primula elatior, Pimpinella major, Colchicum autumnale*.

Результаты и обсуждение. Уровень и характер использования территории Мончалово и его окретностей, структура ее ландшафтов и экотопов сильно изменялись в разные исторические периоды. Это обусловило значительную гетерогенность флоры и растительности, непростую динамику фитоценозов. Данные обстоятельства усложняют анализ полемохоров и определяют необходимость дополнительных комментариев о специфике территории и выборе модельных видов.

Характеристика модельной территории

Модельная территория находится в междуречье Ракитни и реки Дунки, которые являются правыми притоками Волги (Подробная…, 1991–2005). С севера примыкает русло Волги (рис. 1). Вдоль южной границы проходил Торопецко-Бельский тракт, и на реке Ракитня около деревни, называемой в те времена Молчаново, была первая на пути от Ржева почтовая станция (Симонов, 2010; СНМ…, 2011). До создания Московско-Виндавской железной дороги основные площади занимали крупные лесные массивы (Топографическая…, 1853). В настоящее время леса различного возраста, большей частью, мелколиственные, окружают район ликвидированной сейчас войсковой части № 67730. Они отнесены к кварталам Чертолинского участкового лесничества (Характеристика…, 2022). Частично лесные сообщества сохранялись в Мончалово на месте бывших военных баз с комплексом армейских складов в течение всего времени использования территории для нужд обороны. Об этом свидетельствуют встречающиеся на данный момент рядом с разрушенными складами фрагменты разных старовозрастных лесных фитоценозов.

Только в 1901 г. при открытии Московско-Виндаво-Рыбинской железной дороги около станции Мончалово возник поселок. В 1930 г. был основан Мончаловский известковый завод, к которому от Мончалово проложили железнодорожную ветку, соединившую потом станцию с поселком Заволжским (Подробная…, 1991–2005). Военно-стратегическое значение территория у станции Мончалово приобрела в 1931 г. после организации центрального военного склада Народного комиссариата обороны № 35 при войсковой части № 11777 (И годы…, 2011). Летом 1941 г. часть передислоцировалась в Горьковскую область и делала все возможное для снабжения нашего фронта боеприпасами. В 1942 г. она была передислоцирована в Ярославскую область и обеспечивала боевые действия Ленинградского фронта, а зимой 1944 г. часть перемещена в г. Торопец на место расположения 3998-го военного склада (И годы…, 2011).

Военная база рядом с Мончалово занимала территорию общей площадью около 700 га и исходно была сложно структурирована. Функционировали подъездные железнодорожные пути, разгрузочные и погрузочные пункты с платформами. Три линии складских помещений были связаны с укрепленными камнем дорогами (рис. 1). Лесные участки хорошо маскировали стратегические объекты. Судя по числу хранилищ в частично адаптированной в послевоенное время прежней схеме их размещения, в пределах базы функционировало более 60 крупных складов (рис. 2). Безусловно, подобный объект представлял большую ценность для войск вермахта. Весь период оккупации, который продолжался 17 месяцев, немецкие части активно

укрепляли и широко использовали военную базу в Мончалово. Благодаря ветке железной дороги Рождествено–Папино–Медведево–Мончалово, специально построенной в 1942 г. войсками вермахта, появилась прямая связь с Ржево-Вяземской железной дорогой. Железнодорожная ветка, соединяющая Мончалово с известковым заводом, обеспечивала связь с населенными пунктами правого берега Волги (Osteuropa…, 1943; Топографические…, 1989; Подробная…, 1991–2005) (рис. 1). Все это сделало Мончаловскую военную базу и связанные с ней транспортные пути важнейшим стратегическим узлом Ржевско-Вяземского плацдарма. Масштабы перевозок военных грузов были колоссальны (Герасимова, 2007, 2016; Калашников, 2018). При исключительной концентрации боевых сил противника потребность в фураже и сене для лошадей была огромной (Buchner, 2001; Fowler, 2001; Jarymowycz, 2008; Stahel, 2009; Решетникова и др., 2021), поэтому объем заносимых семян среднеевропейских растений на ключевую территорию КТ 2 достигал потрясающего уровня. Об этом свидетельствует высокое разнообразие полемохоров на крупных перевалочных пунктах около Рождествено и Папино, а также на территории бывшего комплекса складов в Мончалово (Нотов и др., 2019а, б, 2020а-г, 2021а, б, 2022а; Нотов А., Нотов В., 2020а, б).

После освобождения Ржевского района от немецких оккупантов территория военной базы в Мончалово очень долго имела важное стратегическое значение. Ее деятельность обеспечивали войсковые части 55443-123 (5162644), а позднее 67730 (Рыбкин, 2010; Симонов, 2010; Отношение…, 2015; Афанасьев, 2020). Послевоенный комплекс армейских складов и внутренних коммуникаций базы в течение всего времени ее активного существования в целом сохранял структуру, сформировавшуюся в период оккупации, о чем свидетельствует сопоставление карт разных лет, а также современных спутниковых снимков (Osteuropa…, 1943; Подробная…, 1991–2005) (рис. 1, 2). Это обусловило относительную стабильность функционирования части фитоценозов с полемохорами, приуроченных к территории военной базы. Однако в период расцвета войсковой части 67730 за объектами базы осуществлялся интенсивный уход. В ряде случаев это приводило к существенной трансформации сформировавшихся сообществ с участием полемохоров. Около некоторых складов иногда высаживали декоративные растения. По железнодорожным путям могли заноситься различные адвентивные виды. Все это способствовало появлению новых чужеродных видов различного происхождения, например, *Artemisia dubia* Wall. ex Besser, *Iris* × *germanica* L., а иногда преимущественно западно- и южноевропейских растений, например, *Aquilegia vulgaris* L., *Narcissus poëticus* L., *Dianthus barbatus* L.

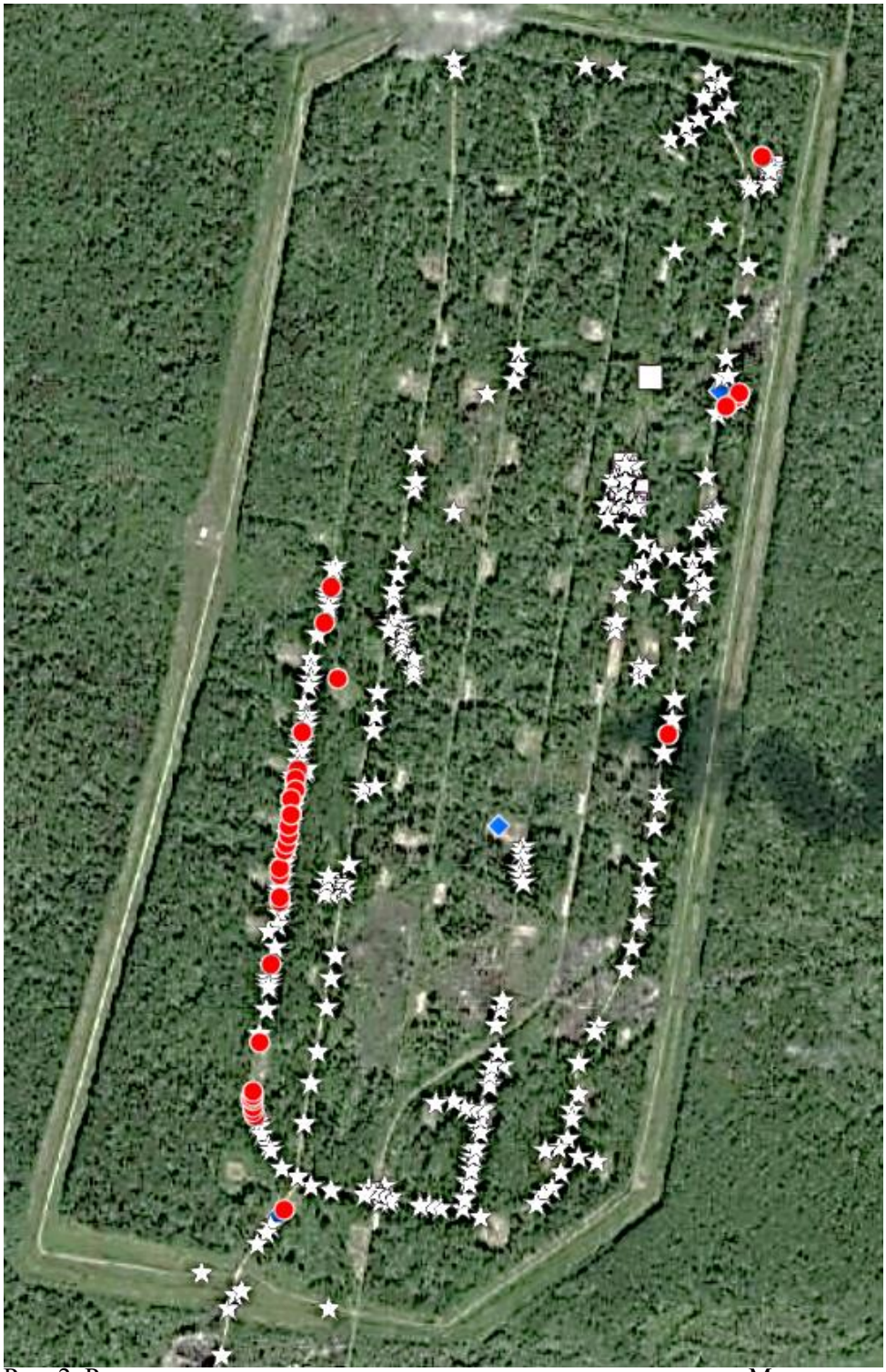


Рис. 2. Распространение некоторых полемохоров в окрестностях Мончалово: ромб – *Heracleum sphondylium*; круг – *Pimpinella major*; звезда – *Primula elatior*; треугольник – *Ptarmica vulgaris*; квадрат – *Colchicum autumnale*

С течением времени степень изменения структуры ключевого стратегического объекта военного периода КТ 2, его транспортной сети и прилегающих ландшафтов постепенно увеличивалась. Вначале произошла ликвидация внешних дорог. После окончания войны была демонтирована железная дорога Рождествено–Папино–Медведево–Мончалово, которая еще отмечалась на некоторых картах 1980-х гг. (Топографические…, 1989). Оставшиеся участки ее насыпи в настоящее время заросли вторичными мелколиственными лесами и кустарниками, но некоторые фрагменты частично просматриваются на спутниковых снимках (Нотов и др., 2019б, 2020б). В 2010-е гг. была заброшена железнодорожная ветка Мончалово–Заволжский. Сейчас она демонтирована, а участки насыпи во многих местах зарастают серой ольхой и ивами.

Благодаря длительному функционированию военной базы и войсковой части в Мончалово дольше других объектов сохранялись комплексы складов. Однако в 2012 г. войсковая часть № 67730 была ликвидирована, склады разрушены, и вся территория военной базы оказалась заброшенной. В настоящее время происходит ее активное зарастание лесом. Складкие помещения находятся в руинированном состоянии. От многих остались только фрагменты фундаментов. На большей части территории распространены лесные фитоценозы различного возраста и состава (рис. 2, 3). Сохраняются фрагменты старовозрастных неморальных ельников, осинников, елово-осиновых сообществ, травяных березняков, реже смешанных лесов с серой ольхой и сероольшаников (рис. 3). Продолжается также формирование молодых сероольшаников, осинников, березняков, смешанных лесных фитоценозов. На избыточно увлажненных участках расположены разные типы низинных травяных и лесных болот. Вдоль крупных водотоков, подпруженных бобровыми плотинами, сформировались обширные тростниковые заросли, топкие ивняки и березняки, выпадающие затопленные участки леса с сухостойными березами, осинами, елями. Обочины дорог нередко зарастают сероольшаниками. В целом растительный покров территории бывшей военной базы весьма мозаичен. Около остатков складских помещений сохраняются луговые разнотравно-злаковые, злаково-разнотравные и злаковые ассоциации. Обычны также рудеральные сообщества разного состава. У складов и вдоль дорог нередко снытевые ассоциации. На насыпях дорог и в кюветах, на месте разрушенных складских помещений, на участках с несомкнутым растительным покровом сформировались разнообразные придорожные и пустошные сообщества различного состава и структуры. В ассоциациях с высококонкурентными видами более обычны *Aegopodium podagraria* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Phragmites. australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Urtica dioica* L.

Рис. 3. Фитоценозы с *Primula elatior* и другими полемохорами около пос. Мончалово, 5.05.2022 г. (фото В.А. Нотова)

В поселке Мончалово представлены в основном рудеральные и придорожные сообщества. Фрагменты луговых фитоценозов также нередко содержат рудеральные и сорные растения. Выкашивание нерегулярное. После ликвидации воинской части произошла сильная деградация инфраструктуры населенного пункта (Афанасьев, 2020; Мирзаян, 2021). Существенно ухудшилось общее состояние его экосистем. В сообществах с высококонкурентными видами обильны *Aegopodium podagraria*, *Bromopsis inermis* Holub, *Calamagrostis epigeios*, *Urtica dioica*.

Значительная мозаичность, непростая динамика ландшафтов и экотопов, многократное изменение режима использования модельной территории и уровня антропогенного воздействия на ее экосистемы существенно усложняет анализ натурализации полемохоров. Однако сложная сеть сукцессионных смен обусловливает возможность более детального изучения эколого-ценотической специфики полемохоров и закономерностей функционирования фитоценозов с их участием. Окрестности Мончалово – одна из немногих ключевых территорий Ржевско-Вяземского плацдарма, на которой возможно специальное исследование характера воздействия полемохорных заносов на лесные экосистемы (Нотов и др., 2019а, б, 2020а, б, 2022а). С учетом разных объектов, расположенных в окрестностях поселка и бывшей военной базы, общая площадь мончаловского участка ключевой территории КТ 2 около 2,5 тысяч км^2.

Модельные виды

Занос среднеевропейских видов в Центральную Россию мог осуществляться неоднократно, разными способами и в разное время (Нотов и др., 2018; Решетникова и др., 2021). Сейчас все более явно осознается также возможность появления в результате полемохорных заносов на оккупированных территориях популяций растений, ареал которых охватывает Центральную и Восточную Европу (Нотов А., Нотов В., 2019, 2020а, б; Нотов и др., 2019б). Все это существенно усложняет установление полемохорного статуса для местонахождений среднеевропейских видов, и еще в большей степени для популяций растений с более широким долготным распространением. В этой связи подбор видов и популяций для анализа результатов полемохорных заносов должен осуществляться независимо применительно к каждой конкретной территории и находке (Нотов и др., 2018; Решетникова и др., 2021).

Выбирая полемохоры для анализа мы, прежде всего, учитывали виды, имеющие преимущественно среднеевропейские ареалы или широко распространенные в Центральной Европе, местонахождения которых в пределах модельной территории, вероятно, связаны с периодом оккупации и активным использованием немецкой армией

военной базы. Как правило, они встречаются вместе с другими полемохорами, а также диагностическими видами представленных в Центральной Европе сообществ (Mucina, 1997; Préservons…, 2010–2022; Mucina et al., 2016; Velev, 2018). В данной работе в состав модельных полемохоров мы включили *Arrhenatherum elatius* и *Trisetum flavescens*. Активное расселение данных видов в Тверской области связано с различными историческими периодами, путями и способами заноса (Нотов, 2009, 2012; Виноградова и др., 2011; Нотов и др., 2018, 2019а, 2022а). Однако в пределах военной базы эти виды приурочены к ассоциациям с диагностическим компонентом распространенных в Центральной Европе сообществ. Аналогичные по составу ассоциации с участием полемохоров отмечены нами на других ключевых территориях Ржевско-Вяземского плацдарма (Нотов и др., 2020а, в, г, 2021б, 2022а). Ранее была обоснована возможность полемохорного заноса *Carex disticha, C. flacca* (Нотов А., Нотов В., 2020а, б). Из недостаточно обособленных видов мы учитывали обычную в пределах базы *Veronica vindobonensis*, но исключили *Dactylis polygama* Horv.

Не учтены пока при анализе полемохорной фракции некоторые преимущественно среднеевропейские виды, отдельные представители диагностических компонентов синтаксонов *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 и *Triseto flavescentis-Polygonion bistortae* Br.-Bl. et Tx. ex Marschall 1947. Появление части исключенных чужеродных видов с большой вероятностью связано с культурой декоративных растений в поселке и около складов военной базы. В их числе *Aquilegia vulgaris* L., *Bellis perennis* L., *Dianthus barbatus* L., *Narcissus poëticus* L., *Lysimachia punctata* L. Хотя на отдельных ключевых территориях Ржевско-Вяземского плацдарма мы все же находили единичные местонахождения некоторых из этих видов, которые можно было бы предположительно связать с полемохорными заносами (Нотов А., Нотов В., 2020а, б; Нотов и др., 2021б), в окрестностях Мончалово отмеченные виды нельзя считать полемохорами.

Мы не рассматривали также вместе с полемохорами *Cynosurus cristatus* L., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg., *Cardaminopsis arenosa* (L.) Hayek. Эти виды включают в состав диагностических компонентов некоторых синтаксонов луговых сообществ Центральной Европы, где они достаточно широко распространены (Mucina, 1997; Préservons…, 2010–2022; Mucina et al., 2016; Velev, 2018). Однако два первых вида нередко встречались в Ржевско-Старицком Поволжье уже в довоенный период, а их чужеродный статус не вполне очевиден (Бакунин, 1879; Невский, 1952; Нотов, 2009, 2012). В настоящее время *Cardaminopsis arenosa* стала обычным видом в пределах Московско-Виндавской железной дороги. Тем не менее, роль военного периода в ее расселении не вполне ясна.

Таблица 1

Эколого-ценотические особенности некоторых полемохоров в окрестностях поселка Мончалово

Вид	Пл max, м^2	Ценотические позиции вида										ИФА
		Лу	Ру	Оп	СО	Б,О	Е	Бл	Бт	И	С конкур	
Arrhenatherum elatius (L.) J. et C. Presl **п**, сз, юз, **св**, **юв***	В	2,3	2,3	2		1			1		1 *Av*, *Ce*, *Bi*	II–III
Carex disticha Huds. св	А	1	1									I
Carex flacca Schreb. св	А	1	1								1 *Ce*	I
Colchicum autumnale L. св	Б	2	2	1					1	1	1 *Ce*, *Pa*	II
Cruciata glabra (L.) Ehrend. юв	Б	1										I
Festuca heterophylla Lam. св	А	1		1								I
Heracleum sphondylium L. п, юз, св, юв	А	1	2	1							1 *Ap*, *Ud*	II
Pimpinella major (L.) Huds. п, сз, **юз, св,** юв	В	2	2	2	1	1			1	1	1 *Ap*, *Ca*, *Ce*, *Ud*	III
Poa supina Schrad. п, юв	А		1,2									
Primula elatior (L.) Hill **п**, сз, **юз, св**, **юв**	Г	1,2	2,3	2,3	2,3	2	2	2	2	2,3	1, 2, *Ap*, *Bi*,*Ca*,,*Ce* *Pa*,*Ph*, *Ss*,*Ud*	III
Ptarmica vulgaris Blakw.ex DC. п, юв	А	1	2	1							1 *Bi*, *Ce*	I
Trisetum flavescens (L.) Beauv. п, **св**, **юв**	Б	2	2	1							1 *Bi*, *Ce*	II
Veronica vindobonensis (M.A.Fisch.) M.A.Fisch. сз, юз**, св**, юв	А	1	1	1								I

Примечание. * – Участки модельной территории: п – пос. Мончалово; Сектора военной базы: сз, юз – северо- и юго-западный, св, юв – северо- и юго-восточный, жирный шрифт – значительное обилие вида.

Пл max – максимальная площадь территории, занимаемая ценопопуляциями (ЦП) вида в одном местонахождении (в м^2): А –50<, Б – 50–100, В – > 100–1000, Г – >1000.

Ценотические позиции: 1 – вид удерживается при небольшой численности ЦП, 2 – сохраняется при высокой численности ЦП, 3 – доминант или содоминант.

Фитоценозы: Лу – луговые; Ру – рудеральные и придорожные; Оп – опушечные; Лесные: СО – сероольшаники, Б, О – березняки, осинники, осинники с березой; Е – ельники и смешанные сообщества с елью; Болотные: Бл – лесные болота, Бт – травяные болота; Кустарниковые: И – ивняки.

С конкур – сообщества с доминированием высококонкурентных видов: *Ap – Aegopodium podagraria* L., *Av – Artemisia vulgaris* L., *Bi – Bromopsis inermis* Holub, *Ca – Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Ce – Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Pa – Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Ph – Phragmites. australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Ss – Scirpus sylvaticus* L., *Ud – Urtica dioica* L.

ИФА – интегральная фитоценотическая активность: I – вид удерживается при небольшой численности ЦП преимущественно в луговых сообществах, сохраняющих стабильность в течение продолжительного времени, в ходе сукцессий выпадает; II – сохраняется при достаточно высокой численности ЦП в незональных сообществах, устойчив к некоторым сукцессионным изменениям; III – благодаря высокой численности ЦП становится ценотически значимым видом, способен быть доминантом и содоминантом в незональных сообществах, устойчив в сообществах аборигенных высококонкурентных видов и при сукцессионных сменах, способен к расселению в смежные фитоценозы, включая фрагменты зональных сообществ.

Эколого-ценотические особенности видов и динамика фитоценозов

Модельные виды полемохоров существенно различаются по характеру распространения и частоте встречаемости (табл. 1). Часть их известна лишь из единичных местонахождений, которые приурочены только к одному из секторов бывшей военной базы. Среди них *Carex disticha, C. flacca, Colchicum autumnale, Cruciata glabra, Festuca heterophylla* (табл. 1).

Заслуживает особого внимания сходство специфических и редких полемохоров, отмеченных на месте военной базы Мончалово и на территории крупного перевалочного пункта около платформы Рождествено и деревни Папино в районе начала железнодорожной ветки Рождествено–Папино–Медведево–Мончалово (рис. 1). Это сходство свидетельствует о целостности выделенной нами ранее ключевой территори КТ 2 (Нотов и др., 2022а). Огромные размеры мончаловского участка КТ 2, а также его исключительное стратегическое значение, колоссальные масштабы перевозок и интенсивности использования складов войсками вермахта позволяют предположить возможность находок на нем еще не отмеченных редких полемохоров, которые обнаружены в окрестностях Папино. Среди них, например, *Carex hartmanii* Cajand., *C. tomentosa* L., *Cruciata laevipes* Opiz и др. (Нотов и др., 2020б, 2022а).

Большая часть специфических видов окрестностей Мончалово, максимальное разнообразие полемохоров и встречаемость фрагментов ассоциаций с диагностическими видами синтаксонов *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. и *Triseto flavescentis-Polygonion bistortae* Br.-Bl. et Tx. ex Marschall приурочены к северо-восточному сектору базы. К данному участку подходили подъездные железнодорожные пути, а около платформ пунктов разгрузки и погрузки располагались крупные хранилища. В этом районе сосредоточены местонахождения *Carex disticha, C. flacca, Colchicum autumnale, Festuca heterophylla*. Единственное местонахождение *Cruciata glabra* также приурочено к подъездным железнодорожным путям, но находится оно в юго-восточном секторе базы.

Распределение более обычных видов также неравномерное (рис. 2). Максимальное число находок *Pimpinella major* локализовано в юго-западном и северо-восточном секторах базы. На первом из этих участков наиболее полно был реализован эколого-ценотический потенциал *Pimpinella major*, а на втором лучше представлены характерные луговые сообщества со значительным участием этого вида (табл. 1).

Минимальное богатство полемохоров северо-западного участка, вероятно, обусловлено подчиненной ролью этого арсенала, отсутствием магистральных внутренних транспортных путей, а также

наиболее ранней ликвидацией здесь складских помещений. Последнее обстоятельство способствовало почти полному зарастанию этого участка лесами и утрате прежних дорожных коммуникаций (рис. 2).

Степень реализации эколого-ценотического потенциала у наиболее обычных полемохоров на основных ключевых территориях Тверской области и в окрестностях Мончалово существенно различается (Нотов и др., 2022а). В Мончалово выявлена низкая активность *Ptarmica vulgaris*, более ограниченно распространен *Heracleum sphondylium*. Площади, занимаемые сообществами с доминированием *Pimpinella major* на мончаловской базе не столь велики (рис. 2). Вероятно, это обусловлено спецификой и интенсивностью использования территории, а также более значимым участием в ее исходном растительном покрове лесных фитоценозов. Натурализация в этих типах сообществ для данных видов имеет определенные ограничения (Нотов и др., 2019а, б, 2020а, 2022а).

Освоение новых экотопов и участие в сукцессионных сменах *Colchicum autumnale* в окрестностях Мончалово и на других ключевых территориях происходило сходным образом (рис. 2) (Нотов и др., 2020г, 2022а). На базе в Мончалово этот вид смог адаптироваться к сообществам низинных болот.

Исследования в окрестностях Мончалово подтвердили крайне широкую эколого-фитоценотическую амплитуду у *Primula elatior* (табл. 1, рис. 3). Этот вид смог полно реализовать ценотический потенциал, который проявляется в растительном покрове Центральной Европы (Mucina, 1997; Préservons…, 2010–2022; Mucina et al., 2016; Velev, 2018; Нотов и др., 2020а, в, 2022а).

На мончаловском участке КТ 2 сложная исходная мозаика растительного покрова и сетчатый характер ее динамики и сукцессионных смен позволили существенно дополнить общие представления об экологии и биологии *Primula elatior* во вторичном ареале. Проявилась также способность этого вида к активному расселению в пределах территории, на которой происходил массовый занос этого вида. *Primula elatior* легко внедряется в смежные фитоценозы, расположенные рядом с ее местообитаниями и вдоль дорог. Это не только луговые, рудеральные или придорожные сообщества, но и мелколиственные леса разного возраста. Выявлены многочисленные случаи появления *Primula elatior* в лесных фитоценозах довоенного возраста (рис. 3, табл. 1). В различных мелколиственных лесных сообществах она стала ценотически значимым видом и часто выступает в качестве доминанта (рис. 3).

Крайне важно, что этот вид может быть устойчив и в коренных лесных фитоценозах. Он успешно растет в неморальных ельниках, а также в смешанных сообществах с участием ели (рис. 3).

Выявлена тенденция к расселению *Primula elatior* в болотных фитоценозах. Среди них низинные травяные и лесные болота (табл. 1). На территории мончаловской военной базы большие площади заняты выпадающими лесными сообществами, затопленными в результате подпруживания крупных водотоков бобровыми плотинами. *Primula elatior* может расти на этих плотинах и в крупнотравных травяных болотах в ассоциациях с *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch., *Scirpus sylvaticus* L. и даже *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (рис. 3, табл. 1). *Primula elatior* нередко встречается также в заболоченных кустарниковых ивняках (табл. 1).

Primula elatior лучше других полемохоров удерживается в населенных пунктах. Она распространилась по всей территории поселка Мончалово (рис. 3). Специальные исследования деревень по Торопецко-Бельскому тракту, которые подвергались продолжительной оккупации, свидетельствуют о том, что *Primula elatior* может выступать в качестве индикаторного вида, подтверждающего интенсивное воздействие в период Великой Отечественной войны на экотопы активно используемых немцами деревень и поселков. Этот вид устойчив в крупнотравных травостоях с доминированием высококонкурентных аборигенных растений (табл. 1).

Заключение. Таким образом, окрестности поселка Мончалово представляют уникальную модельную территорию для исследования динамики фитоценозов с участием полемохоров и выяснения закономерностей натурализации этой группы чужеродных видов. Детальные исследования этой территории существенно дополняют характеристику наиболее стратегически значимой части бывшего Ржевско-Вяземского плацдарма, которая была описана ранее в качестве ключевой территории КТ 2 (Нотов и др., 2022а).

Сложная мозаика и динамика растительного покрова мончаловского участка, сетчатый характер сукцессий позволили подтвердить значительную широту эколого-фитоценотической амплитуды *Primula elatior*, высокую устойчивость этого вида к сукцессионным изменениям. *Primula elatior* способна осваивать различные типы лесных фитоценозов.

Необходимы дальнейшие мониторинговые исследования и наблюдения. Актуально выяснение и сопоставление ценотических позиций и интегральной фитоценотической активности видов при изучении полемохоров на других модельных территориях.

Авторы выражают глубокую благодарность А.В. Халиманчуку (Военно-исторический поисковый центр «Память 29 армии») за ценные консультации. Мы очень признательны профессору Л.А. Жуковой за продуктивное обсуждение результатов и подходов к их анализу.

Список литературы

Афанасьев В. 2020. Город-призрак в мончаловских лесах // Ржевская правда: [электрон. ресурс]. Режим доступа: https://vk.com/wall-22464034_328358. (дата обращения: 16.12.2022).

Бакунин А.А. 1879. Список цветковых растений Тверской флоры // Тр. Санкт-Петерб. о-ва естествоиспыт. Т. 10. С. 195-368.

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. 2011. Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: КМК. 292 с.

Воронов А.Г. 1973. Геоботаника. М.: Высшая школа. 384 с.

Герасимова С.А. 2007. Ржев 42. Позиционная бойня. М.: Яуза. 320 с.

Герасимова С.А. 2016. «Я убит подо Ржевом»: трагедия Мончаловского «котла». М.: Яуза. 377 с.

И годы огневые, и время мирных дней … 2011 // Товары и услуги: Каталог статей: [электрон. ресурс]. Режим доступа: http://vesvladivostok.ru/publ/biznes/ehkonomika/i_gody_ognevye_i_vremja_mirnykh_dnej/57-1-0-33912. (дата обращения: 16.12.2022).

Ипатов В.С. 1998. Описание фитоценоза: Метод. рекомендации. СПб. 93 с.

История второй мировой войны 1939–1945 гг. 1976. Т. 6. Коренной перелом в войне. М.: Воениздат. 520 с.

Калашников А.С. 2018. 77-я годовщина начала первой Ржевско-Вяземской операции. Ч. 1: Первая Ржевско-Вяземская наступательная операция на берегах реки Осуга. Ч. 2: Бои за Медведево, Курьяново // Ржевград: [электрон. ресурс]. Режим доступа: https://ok.ru/osugagrupp/topic/68643282679231; https://ok.ru/osugagrupp/topic/68643340285375 (дата обращения: 22.02.2022).

Карта РККА Европы и Европейской части СССР, десятикилометровка 1935–1940: [электрон. ресурс]. URL: http://www.etomesto.ru/map-rkka_europe/ (дата обращения: 26.02.2022).

Мирзаян А. 2021 Жители бывшего военного городка под Ржевом сетуют на разруху и отсутствие угля // Тверь24: [электрон. ресурс]. Режим доступа: https://tver24.com/2021/12/zhiteli-byvshego-voennogo-gorodka-pod-rzhevom-setuyut-na-razruhu-i-otsutstvie-uglya/ (дата обращения: 16.12.2022).

Мягков М. 2013. Операция «Марс». Наступление под Ржевом и Сычевкой в конце 1942 года // Родина. № 2. С. 142-146.

Невский М.Л. 1952. Флора Калининской области: Определитель покрытосеменных (цветковых) растений дикой флоры. Калинин: Обл. кн. изд. Ч. 2: [Leguminosae – Najadaceae]. С. 309-1033.

Нотов А.А. 2009. Адвентивный компонент флоры Тверской области: динамика состава и структуры. Тверь: Твер. гос. ун-т. 473 с.

Нотов А.А., Мейсурова А.Ф., Зуева Л.В., Андреева Е.А. 2018. Среднеевропейские виды во флоре Тверского региона на рубеже XIX–XX веков // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2. С. 204-215.

Нотов А.А. 2012. Сопряженный анализ компонентов флоры Тверской области: дис. … д-ра биол. наук (03.02.01). М. 453 с.

Нотов А.А., Нотов В.А. 2019. О полемохорных и аборигенных популяциях некоторых видов флоры Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(56). С. 84-102.

Нотов А.А., Нотов В.А. 2020а. Новые данные о флоре Тверской области // Бюл.

МОИП. Отд. биол. Т. 125. Вып. 3. С. 38-41.

Нотов А.А., Нотов В.А. 2020б. Дополнения к флоре Тверской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 125. Вып. 6. С. 40-45.

Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В. 2021а. Новые дополнения к флоре Тверской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 126. Вып. 6. С. 29-31.

Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В., Андреева Е.А. 2019а. Полемохоры Тверской области и проблема биологических инвазий // Разнообразие растительного мира. № 3(3). С. 22-27.

Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В., Андреева Е.А., Мидоренко Д.А. 2019б. О распространении некоторых растений-полемохоров в Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3(55). С. 161-175.

Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В., Иванова С.А. 2020а. Сукцессионная динамика фитоценозов с участием полемохоров // Полевой журнал биолога. Т. 2. № 4. С. 260-271.

Нотов А.А., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В., Мидоренко Д.А. 2020б. *Cruciata laevipes* в экосистемах Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 3(59). С. 74-85.

Нотов А.А., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В., Мидоренко Д.А. 2020в. Экология и фитоценология *Primula elatior* в Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2(58). С. 94-104.

Нотов А.А., Нотов В.А., Петухова Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А. 2020г. О полемохорных популяциях *Colchicum autumnale* // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(60). С. 95-105.

Нотов А.А., Нотов В.А., Петухова Л.В., Мейсурова А.Ф., Зуева Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А. 2021б. *Phyteuma nigrum* в экосистемах Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2(62). С. 134-147.

Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В., Петухова Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А. 2022а. Особенности натурализации некоторых полемохоров в Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1(65). С. 141-163.

Нотов А.А., Петухова Л.В., Степанова Е.Н., Мейсурова А.Ф., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В. 2022б. Биоморфологические исследования как элемент комплексного анализа полемохоров Тверской области // Биоморфология растений: традиции и современность: Материалы Междунар. науч. конф. (г. Киров, 19–21 октября 2022 г.). Киров: Вятский гос. ун-т. С. 261-266.

Отношение: В/ч 55443-123 (5162644) 2015. Версия 3 // OpenStreetMap: [электрон. ресурс]. Режим доступа: https://www.openstreetmap.org/relation/5162644/history#map=13/56.2449/34.1261. (дата обращения: 16.12.2022).

Панасенко Н.Н. 2021. Роль инвазионных растений в современных процессах преобразования растительного покрова: автореф. дис. … д-ра биол. наук. Брянск. 38 с.

Панасенко Н.Н., Решетникова Н.М. 2021. Находки растений-полемохоров в урочище «Зеленинский лес» (Брянская область) // Бот. журн. Т. 106. № 7. С. 665-675.

Подробная топографическая карта Тверской области 1991–2005 // ЭтоМесто: [электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.etomesto.ru/map-tver_topographic-map/ (дата обращения: 16.12.2022).

Полевая геоботаника. 1964. Т. 3 / под. ред. А.А. Корчагина, Е.М. Лавренко, В.М. Понятовской. М.; Л.: Изд. АН СССР. 530 с.

Решетникова Н.М. 2015. Путь появления некоторых западноевропейских видов растений в Калужской области – путь следования немецкой армии в 1941–1943 гг. // Рос. журн. биол. инвазий. Т. 8. № 4. С. 95-104.

Решетникова Н.М., Нотов А.А., Майоров С.Р., Щербаков А.В. 2021. Великая Отечественная война как фактор флорогенеза: результаты поиска полемохоров в Центральной России // Журн. общ. биологии. Т. 82. № 4. С. 297-317.

Решетникова Н.М., Щербаков А.В., Королькова Е.О. 2019. Центрально-европейские виды в окрестностях д. Кобелево (Смоленская область) как следы Великой Отечественной войны // Бот. журн. Т. 104. № 7. С. 1122-1134.

Решетникова Н.М., Щербаков А.В., Королькова Е.О. 2020. Три участка военной истории – растения-полемохоры Калужской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4(60). С. 106-132.

Решетникова Н.М., Щербаков А.В., Фадеева И.Ф. 2018. Материалы к флоре «Красного бора» – уникальной охраняемой территории Смоленской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 4. С. 160-190.

Рыбкин В. 2010. Трагедия 29 армии // Ржевская правда: [электрон. ресурс]. Режим доступа: http://newrzhev.ru/articles.php?id=1389. (дата обращения: 16.12.2022).

Сандалов Л.М. 1960. Погорело-Городищенская операция. М.: Воениздат. 150 с.

Сенников А.Н. 2012. Горькая память земли: Растения-полемохоры в Восточной Фенноскандии и Северо-Западной России // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: материалы IV Междунар. науч. конф. Ижевск. С. 182-185.

Симонов А. 2010. Два Мончалова // Быль нового Ржева: [электрон. ресурс]. Режим доступа: https://newrzhev.ru/social/item/1569-1357. (дата обращения: 16.12.2022).

СНМ Ржевского уезда 2011 // Архивные карты: [электрон. ресурс]. Режим доступа: http://boxpis.ru/svg/?p=1681 (дата обращения: 20.12.2022).

Тверские архивы в годы Великой Отечественной войны 1941–1945: К 60-летию освобождения г. Калинина. 2001. Тверь: Арх. отд. адм. Твер. обл. 2001. 56 с.

Топографическая межевая карта Тверской губернии Ржевского уезда 1853. М.: Изд. Рус. Геогр. о-ва. 12 л.

Топографические карты СССР 1989. Лист О-36-141 Ржев // Топографические карты СССР 1:100000: Ленинградская, Новгородская, Вологодская и Тверская области. 1975–1990. Квадрат О-36.

Характеристика лесов Тверской области 2022 // Министерство лесного комплекса Тверской области: [электрон. ресурс]. Режим доступа: https://les.tver.ru/ deyatelnost-iogv/lesresurs/ (дата обращения: 20.12.2022).

Buchner A. 2001. Das Handbuch der Deutschen Infanterie 1939–1945: Gliederung, Uniformen, Bewaffnung, Ausrüstung, Einsätze. Dörfler: Nebel-Verlag. 227 S.

Fowler J.T. 2001. Axis Cavalry in World War II. Oxford: Osprey Publ. 48 p.

Jarymowycz R.J. 2008. Cavalry from Hoof to Track. Westport: Greenwood Publ. Gr. 276p.

Mucina L. 1997. Conspectus of classes of the European vegetation // Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. V. 32. № 2. P. 117-172.

Mucina L., Bueltmann H., Dierssen K., Theurillat J.P., Raus T., Carni A., Sumberova K., Willner W., Dengler J., Garcia R.G., Chytry M., Hajek M., Di Pietro R.,

Iakushenko D., Pallas J., Daniels F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovic M., Schaminee J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichy L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. V. 19. Supp. 1. P. 3-264.

Osteuropa 1: 300000: Deutsche Heereskarte. 1943. Blatt Nr. X 57 Rshew. Grundkartenwerk: Russische Karte 1: 10000. Weitere Grundlagen: Rußland 1: 25000. Herausgegeben vom OKH GenStdH. Chef des Kriegskarten und Vermessungswesens 1941. Überarbeitet VI. 1943. [Electronic resource]. URL: http://maps.mapywig.org/m/German_maps/series/300K_UvM/ X57_ Rshew_VI. 1943.jpg. (дата обращения: 26.02.2022).

Préservons la Nature 2010–2022. Site Internet non-commercial: [electronic resource]. URL: https://www.preservons-la-nature.fr/flore/famille/index.html. (дата обращения: 16.12.2022).

Stahel D. 2009. Operation Barbarossa and Germany's Defeat in the East. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 483 p.

Tokhtar V.K., Vinogradova Yu.K., Notov A.A., Kurskoy A.Yu., Danilova E.S. 2021. Main directions of the study of plant invasions in Russia // Environmental & Socio-economic Studies. V. 9. № 4. P. 45-56.

Velev N. 2018. *Arrhenatheretalia elatioris* uncritical checklist of Europe // Phytologia Balcanica. V. 24. № 1. P. 99-147.

Vinogradova Yu.K., Tokhtar V.K., Notov A.A., Mayorov S.R., Danilova E.S. 2021. Plant invasion research in Russia: basic projects and scientific fields // Plants. V. 10. № 7. Art. 1477.

DYNAMICS OF PHYTOCENOSES WITH POLEMOCHORES IN THE VICINITY OF MONCHALOVO SETTLEMENT (TVER REGION)

A.A. Notov[1], V.A. Notov[2,1], L.V. Zueva[1], S.A. Ivanova[1], E.A. Andreeva[1], D.A. Midorenko[1]

[1]Tver State University, Tver

[2]Secondary School № 3, Redkino Settlement, Tver Region

The dynamics of phytocenoses with polemochore plants in the vicinity of the Monchalovo settlement (Tver Region, Rzhev District) is analyzed. The specifics of their habitats, ecology and occurrence are characterized. The complex of military warehouses near Monchalovo during the Great Patriotic War was a key strategic object of the Rzhev-Vyazma bridgehead. The most common polemochores here are *Primula elatior* (L.) Hill, *Pimpinella major* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. et C. Presl, *Heracleum sphondylium* L. A preliminary assessment of invasive potential of polemochores was carried out. *Primula elatior*, *Pimpinella major* show higher activity. *Primula elatior* is spreading rapidly throughout the territory. It can dominate in various communities, grows along roads and paths, in

overgrown open areas, edges, in forest phytocenoses and in lowland swamps. It is recommended to monitor the dynamics of further naturalization of polemochores.
Keywords: *polemochores, alien plants, naturalization, biological invasions, invasive biology, ecology, Monchalovo, Tver Region, Great Patriotic War, Battles of Rzhev.*

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», 171260, Тверская обл., Конаковский р-н, пгт. Редкино, ул. Диева, д. 33а, e-mail: vnotov123@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.

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.

АНДРЕЕВА Елена Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33; e-mail: el-an72@yandex.ru.

МИДОРЕНКО Дмитрий Адольфович – старший преподаватель кафедры туризма и природопользования, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: midorenko.da@tversu.ru.

Нотов А.А. Динамика фитоценозов с участием полемохоров в окрестностях поселка Мончалово (Тверская область) / А.А. Нотов, В.А. Нотов, Л.В. Зуева, С.А. Иванова, Е.А. Андреева, Д.А. Мидоренко // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 100-119.

УДК 582(571.6)
DOI: 10.26456/vtbio284

ЭУМОНОТИПНЫЕ ТАКСОНЫ ФЛОРЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

А.С. Коляда[1], С.А. Берсенева[1], А.Н. Белов[1, 2], Н.В. Репш[1]
[1]Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск
[2]Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

В богатой флоре Дальнего Востока России насчитывается 17 эумонотипных семейств (9,9% от всего числа семейств) и 80 эумонотипных родов. Среди Magnoliophyta наиболее крупными семействами по числу эумонотипных родов являются Asteraceae (10 видов), Ericaceae (8 видов), Poaceae (7 видов), Apiaceae (6 видов). По одному эумонотипному роду содержит 21 семейство (Berberidaceae, Cabombaceae и др.). Большая часть представителей эумонотипных родов (68 видов) – аборигенные растения, 12 видов являются заносными либо культивируемыми (*Zea mays* и др.). По жизненной форме лидируют травянистые многолетники (47 видов), меньше однолетних трав (20 видов), кустарников (6 видов), кустарничков (3 вида), двулетних трав (2 вида) и деревьев (1 вид). Преобладают растения открытых местообитаний (53 вида), им уступают растения тенистых местообитаний (15 видов) и водные (полуводные) виды (9 видов). Большая часть (46 видов) встречается в южной части региона, реже на севере (7 видов), востоке (2 вида), в средней части (1 вид). 24 вида произрастают на всей или почти всей территории Дальнего Востока.

Ключевые слова: *Дальний Восток, флора, эумонотипное семейство, эумонотипный род, экологические признаки***.**

Монотипный таксон (taxon monotypicum) представляет собой таксон, имеющий лишь один иерархически подчиненный таксон. Эумонотипными считаются таксоны, имеющие один подчиненный таксон в мировой флоре (в отличие от условно монотипных, имеющих один подчиненный таксон во флоре определенной территории).

Изучение эумонотипных таксонов представляет интерес для флористов, фитогеографов и фитогенетиков (Platnick, 1976; Rana, Ranade, 2009), поскольку причины эумонотипии различны и определяются геологическим развитием данной территории и связанной с ним эволюцией флоры. Возникновение эумонотипного таксона может определяться и изменением в таксономическом статусе. Например, входивший в состав рода *Lemna* L., подрода Staurogeton

© Коляда А.С., Берсенева С.А., Белов А.Н., Репш Н.В., 2022

Reichenb. вид *L. trisulca* L. в связи с резким отличием морфологии листецов погруженной биоморфой был выделен в отдельный род *Staurogeton* (Reichenb.) Schur, в котором стал типовым видом (Цвелев, 1999).

С одной стороны, наличие эумонотипных таксонов (в первую очередь родов), свидетельствует о разнообразии флоры данной территории в прошлом, с другой, оно приводит к уязвимости флоры (Никонова и др., 2012).

Необходимо также учитывать, что доля эумонотипных семейств, как правило, возрастает с увеличением антропогенного пресса на растительные фитоценозы (Борисова, 2007).

Флора Дальнего Востока России насчитывает более 4 тыс. видов высших сосудистых растений (Сосудистые…, 1985-1996; Флора…, 2006; Kozhevnikov et al., 2019) и включает целый ряд эумонотипных таксонов.

Единственным эумонотипным отделом является отдел Equisetophyta, который содержит единственное семейство Equisetaceae Rich. ex DC. с единственным родом *Equisetum* L. На Дальнем Востоке произрастают 9 представителей этого рода (Флора…, 2006) – преимущественно лесных травянистых многолетников, распространенных главным образом на всей территории региона.

Несколько больше насчитывается эумонотипных семейств. В отделе Lycopodiophyta это семейства Huperziaceae Rothm. с родом *Huperzia* Bernh. (5 видов небольших травянистых многолетников лесов и горных тундр) и Selaginellaceae Willk. с родом *Selaginella* Beauv. (7 видов миниатюрных вечнозеленых трав).

В отделе Polypodiophyta это семейства Adiantaceae Ching с родом *Adiantum* L. (на Дальнем Востоке встречается один вид этого крупного рода, изящный лесной папоротник *A. pedatum* L.) и Salviniaceae Reichenb. с родом *Salvinia* Seguier (однолетний плавающий папоротник, произрастающий в южной части региона).

Отдел Pinophyta представлен лишь одним эумонотипным семейством Ephedraceae Dumort. с родом *Ephedra* L. (4 вида произрастают на юге Приморского края).

Лидирует по числу эумонотипных семейств отдел Magnoliophyta.

В классе Magnoliopsida среди них преобладают семейства, включающие водные растения – Ceratophyllaceae L. (*Ceratophyllum* L., 2 вида погруженных в воду многолетников), Nelumbonaceae Dumort. (*Nelumbo* Adans., 1 вид гидрофитов с плавающими листьями), Trapaceae Dumort. (*Trapa* L., 9 видов плавающих на поверхности воды однолетников), Callitrichaceae Link (*Callitriche* L. 2 вида гидро- и гигрофитов), Hippuridaceae Link (*Hippuris* L., 4 вида водных и болотных растений). Монотипными являются также семейства

Daphniphyllaceae Müll. Arg. (*Daphniphyllum* Blume, 1 вид небольших вечнозеленых кустарников), Paeoniaceae Rudolphi (*Paeonia* L., 3 вида лесных травянистых многолетников) и Cuscutaceae Dum. (*Cuscuta* L., 7 видов вьющихся облигатных паразитов).

В классе Liliopsida эумонотипными также являются семейства, включающие водные и водно-болотные растения (имеющие и наземные формы) – Butomaceae Rich. (*Butomus* L., 1 вид толстокорневищных многолетников), Scheuchzeriaceae Rudolphi (монотипный род *Scheuchzeria* L. с одним видом *S. palustris* L., растущим на сфагновых болотах) и Ruppiaceae Hutch. (*Ruppia* L., 1 вид погруженных в воду многолетников).

Таким образом, из 171 семейства высших сосудистых растений флоры Дальнего Востока 17 семейств (9,9%) являются эумонотипными.

Значительно больше эумонотипных родов – их насчитывается 80 (8,2% от общего числа родов сосудистых растений Дальнего Востока) из 35 семейств (табл. 1).

Таблица 1

Эумототипные роды во флоре Дальнего Востока России

Семейство	Род	Вид
Apiaceae Lindl.	*Ligusticum* L. *Halosciastrum* Koidz. *Rupiphila* M. Pimen. et Lavrova *Spallerocarpus* Bess. ex DC. *Turgenia* Hoffm. *Caucalis* L.	*L. scoticum* L. *H. melanotilingia* (Boissieu) M. Pimen. et V. Tichomirov *R. tachiroei* (Franch. et Savat.) M. Pimen et Lavrova *S. gracilis* (Bess. ex Trev.) K.-Pol. *T. latifolia* (L.) Hoffm. *C. platycarpos* L.
Araceae Juss.	*Calla* L.	*C. palustris* L.
Aspleniaceae Mett. ex Frank	*Pleurosoriopsis* Fomin	*P. makonoi* (Maxim. et Makino) Fomin
Asteraceae Dumort.	*Callistephus* Cass. *Turczaninowia* DC. *Arctanthemum* (Tzvel.) Tzvel. *Hulteniella* Tzvel. *Filifolium* Kitam. *Symphyllocarpus* Maxim. *Tussilago* L. *Silybum* Adans. *Lagedium* Soják *Chorisis* DC.	*C. chinensis* (L.) Nees *T. fastigiata* (Fisch.) DC. *A. arcticum* (L.) Tzvel. *H. integrifolia* (Richards.) Tzvel. *F. sibiricum* (L.) Kitam. *S. exilis* Maxim. *T. farfara* L. *S. marianum* (L.) Gaertn. *L. sibiricum* (L.) Soják *C. repens* (L.) DC.
Berberidaceae Juss.	*Plagiorhegma* Maxim.	*P. dubia* Maxim.
Boraginaceae Juss.	*Brachybotrys* Maxim. ex Olivier	*B. paridiformis* Maxim. ex Olivier

	Asperugo L.	*A. procumbens* L.
Brassicaceae Burnett	*Borodinia* N. Busch. *Euclidium* R.Br *Ermania* Cham. ex Botsch. *Gorodkovia* Botsch. et Karav.	*B. tilingii* (Regel) Berkut. *E. syriacum* (L.) R. Br. *E. parryoides* Cham. ex Botsch. *G. jacutica* Botsch. et Karav.
Cabombaceae A. Rich.	*Brasenia* Schreb.	*B. schreberi* J.F. Gmel.
Campanulaceae Juss.	*Platycodon* A. DC. *Astrocodon* Fed. *Popoviocodonia* Fed. Fed.	*P. grandiflorus* (Jacq.) A. DC. *A. expansus* (J. Rudolph) Fed. *P. stenocarpa* (Trautv. et Mey.) Fed.
Cannabaceae Lindl	*Humulus* L. *Humulopsis* Grudz. *Cannabis* L.	*H. lupulus* L. *H. scandens* (Lour.) Grudz. *C. sativa* L.
Caprifoliaceae Juss.	*Linnaea* Gronov. ex L.	*L. borealis* L.
Caryophyllaceae Juss.	*Wilhelmsia* Reichenb. *Fimbripetalum* (Turcz.) Ikonn.	*W. physodes* (Ser.) McNeill *F. radians* (L.) Ikonn.
Cupressaceae Bartl.	*Microbiota* Kom.	*M. decussata* Kom.
Droseraceae DC.	*Aldrovanda* L.	*A. vesiculosa* L.
Ericaceae Juss.	*Botryostege* Stapf. *Bryanthus* S.G. Gmel. *Loiseleuria* Desv. *Chamaedaphne* Moench *Arcterica* Cov. *Eubotryoides* (Nakai) Hara *Moneses* Salisb. *Monotropastrum* H. Andres	*B. bracteata* (Maxim.) Stapf *B. gmelinii* D. Don *L. procumbens* (L.) Desv. *Ch. calyculata* (L.) Moench *A. nana* (Maxim.) Makino *E. grayana* (Maxim.) Hara *M. uniflora* (L.) A. Gray *M. globosum* Andres ex Hara
Hydrocharitaceae Juss.	*Hydrilla* Rich	*H. verticillata* (L. fil.) Royle
Iridaceae Juss.	*Pardanthopsis* (Hance) Lenz	*P. dichotoma* (Pall.) Lenz
Lamiaceae Lindl.	*Amethystea* L.	A. *caerulea* L.
Lemnaceae S.F. Gray	*Staurogeton* (Reichenb.) Schur	*S. trisulcus* (L.) Schur
Melanthiaceae Batsch	*Acelidanthus* Trautv. et C.A. Mey.	*A. anticleoides* Trautv. et C.A. Mey.
Menyanthaceae Dumort.	*Fauria* Franch *Menyanthes* L.	*F. crista-galli* (Menz.) Makino *M. trifoliata* L.
Nymphaeaceae Salisb.	*Euryale* Salisb.	*E. ferox* Salisb.
Onocleaceae Pichi Serm.	*Onoclea* L.	*O. sensibilis* L.
Orchidaceae Juss.	*Eleorchis* F. Maek. *Calypso* Salisb. *Dactylostalyx* Reichenb. fil.	*E. japonica* (A. Gray) F. Maek. *C. bulbosa* (L.) Oakes *D. ringens* Reichenb. fil.
Papaveraeae Juss.	*Hylomecon* Maxim. *Adlumia* Rafin. ex DC.	*H. vernalis* Maxim. *A. asiatica* Ohwi

Poaceae Barnh.	*Lagurus* L. *Phalaroides* N.M. Wolf *Arctophila* (Rupr.) Anderss. *Coleanthus* Seidel *Brylkinia* Fr. Schmidt *Pleuropogon* R. Br. *Zea* L.	*L. ovatus* L. *Ph. arundinaceae* (L.) Rausch. *A. fulva* (Trin.) Anderss. *C. subtilis* (Tratt.) Seidel *B. caudata* (Munro) Fr. Schmidt *P. sabini* R. Br. *Z. mays* L.
Polygonaceae Juss.	*Chylocalyx* Hassk. ex Miq.	*C. perfoliatus* (L.) Hassk. ex Miq.
Primulaceae Vent.	*Naumburgia* Moench *Glaux* L.	*N. thyrsiflora* (L.) Reichenb. *G. maritima* L.
Ranunculaceae Juss.	*Thacla* Spach *Leptopyrum* Reichenb. *Miyakea* Miyabe et Tatew.	*T. natans* (Pall. ex Georgi) Deyl et Soják *L. fumarioides* (L.) Reichenb. *M. integrifolia* Miyabe et Tatew.
Rosaceae Juss.	*Sorbocotoneaster* Pojark.	*S. pozdnjakovii* Pojark.
Rubiaceae Juss.	*Sherardia* L.	*S. arvensis* L.
Salicaceae Mirb.	*Chosenia* Nakai	*C. arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts.
Scrophulariaceae Juss.	*Trapella* Oliv. *Pennellianthus* Crosswhite *Omphalothrix* Maxim	*T. sinensis* Oliv. *P. frutescens* (Lamb.) Crosswhite *O. longipes* Maxim.
Solanaceae Juss.	*Nicandra* Adans.	*N. physalodes* (L.) Gaertn.
Woodsiaceae Herter	*Protowoodsia* Ching	*P. manchuriensis* (Hook) Ching

Наиболее крупные семейства по числу эумонотипных родов – Asteraceae (10 видов), Ericaceae (8 видов), Poaceae (7 видов), Apiaceae (6 видов). По одному эумонотипному роду содержит 21 семейство (Berberidaceae, Cabombaceae, Primulaceae и др.). Остальные семейства включают по 2-4 эумонотипных рода. Следует отметить, что семейство Cannabaceae на Дальнем Востоке целиком представлено тремя эумонотипными родами.

Среди представителей эумонотипных родов большая часть (68 видов, 85%) представлена аборигенными растениями, 12 видов являются заносными либо культивируемыми (*Zea mays*, *Caucalis platycarpos*, *Humulus lupulus* и др.).

Виды, входящие в состав монотипных родов различаются своей жизненной формой (рис. 1).

Рис. 1. Жизненные формы представителей эумонотипных родов Дальнего Востока

Среди них явно преобладают травянистые многолетники (47 видов, 58,7%), меньше однолетних трав (20 видов, 25%) и кустарников (6 видов, 7,5%). Менее всего кустарничков которые в большинстве представлены стелющимися формами (*Bryanthus gmelinii*, *Loiseleuria procumbens*, *Arcterica nana*), двулетних трав (*Sphallerocarpus gracilis*, *Turczaninowia fastigiata*) и деревьев (*Chosenia arbutifolia*). Такой вид, как *Silybum marianum* имеет меняющуюся жизненную форму и может быть представлен однолетником и двулетником.

Есть различия и в типе местообитаний (рис. 2). Мы разделили их на три группы – затененные (леса, тенистые скалы и др.) и открытые (луга, каменистые осыпи, песчаные дюны и др.), а также в отдельную группу выделили увлажненные местообитания (участки произрастания гидрофитов и гигрофитов).

Рис. 2. Местообитания представителей монотипных родов

Значительно преобладают растения открытых местообитаний (53 вида), им уступают растения тенистых местообитаний (15 видов) и водные (полуводные) виды (9 видов).

На территории Дальнего Востока представители эумонотипных родов распространены неравномерно. Большая их часть (46 видов) встречается в южной части региона (примерно до 56° с.ш.), из них 9 видов (*Rupiphila tachiroe, Callistephus chinensis, Euryale ferox* и др.) – на юге Приморского края.

На севере региона (севернее 64° с.ш.) встречаются 7 видов, 2 вида на востоке (*Arcterica nana, Bryanthus gmelinii*) и один вид в его средней (*Borodinia tilingii*) части.

Ряд видов (24) встречается по всей или почти по всей территории Дальнего Востока, среди них по 4 вида произрастают на юге и в средней его части (*Amethystea caerulea, Calypso bulbosa, Moneses uniflora, Onoclea sensibilis*), на юге и на севере (*Calla palustris, Asperugo procumbens, Staurogeton trisulcus, Turgenia latifolia*), один вид (*Arctanthemum arcticum*) в северной и средней частях региона.

Таким образом, флора Дальнего Востока включает значительное число эумонотипных семейств и родов, представители которых различаются по своей жизненной форме, местообитания и географическому распространению по территории региона.

Список литературы

Борисова М.А. 2002. Флора транспортных путей Ярославской области. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Саранск. 18 с.

Никонова Н.Н., Ерохина О.В., Пустовалова, Е.А. Шурова Л.А. 2012. Современное состояние и история развития растительного покрова Красноуфимской лесостепи // Вестник Томского государственного университета. № 365. С. 212-217.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. 1985-1996. / Под ред. С.С. Харкевича. Л.: Наука. ТТ. 1-4. Спб.: Наука. ТТ. 5-8.

Флора Российского Дальнего Востока. 2006. Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского дальнего Востока». Т. 1-8 (1985-1996). Владивосток: Дальнаука. 456 с.

Цвелев Н.Н. 1999. Об объеме и номенклатуре некоторых родов сосудистых растений европейской России // Ботанический журнал. Т. 84. № 7. С. 109-118.

Kozhevnikov A.E., Kozhevnikova Z.V., Myounghai Kwak, Byoung Yoon Lee. 2019. Illustrated flora of the Primorsky Territory (Russian Far East). Incheon: National Institute of Biological Resources. 1126 p.

Platnick N.I. 1976. Are Monotypic Genera Possible? // Systematic Biology. V. 25. Is. 2. P. 198-199.

Rana T.S., Ranade S.A. 2009. The enigma of monotypic taxa and their taxonomic implications // Current science. V. 96. № 2. P. 219-229.

EUMONOTYPIC TAXA OF THE RUSSIAN FAR EAST FLORA, ITS DISTRIBUTION AND ECOLOGICAL FEATURES

A.S. Kolyada[1], S.A. Berseneva[1], A.N. Belov[1, 2], N.V. Repsh[1]
[1]Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriisk
[2]Far Eastern Federal University, Vladivostok

Rich flora of the Russian Far East includes 17 eumonotypic families (9.9% of the total number of families) and 80 eumonotypic genera. The largest families in terms of the number of eumonotypic genera among Magnoliophyta are Asteraceae (10 species), Ericaceae (8 species), Poaceae (7 species), Apiaceae (6 species). Each eumonotypic genus contains 21 families (Berberidaceae, Cabombaceae, etc.). Most representatives of eumonotypic genera (68 species) are native plants, 12 species are alien or cultivated (*Zea mays*, etc.). Herbaceous perennials (47 species) are leading, followed by annual grasses (20 species), shrubs (6 species), dwarf shrubs (3 species), biennial grasses (2 species) and trees (1 species). Plants of open habitats predominate (53 species), followed by plants of shady habitats (15 species) and aquatic (semi-aquatic) species (9 species). Most eumonotypic taxa representatives (46 species) are found in the southern part of the region. They are met less often in the north (7 species), east (2 species), in the middle part (1 species). 24 species inhabit the entire or almost the entire area of the Russian Far East.
Keywords: *Far East, flora, eumonotypic family, eumonotypic genus, ecological features***.**

Об авторах:

КОЛЯДА Александр Степанович – кандидат биологических наук, доцент Института землеустройства и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Приморский край, Уссурийск, проспект Блюхера, 44, e-mail: a.s.pinus@mail.ru.

БЕРСЕНЕВА Светлана Анатольевна – кандидат биологических наук, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Приморский край, Уссурийск, проспект Блюхера, 44, e-mail: svshatal@mail.ru.

БЕЛОВ Александр Никитович – доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Института землеустройства и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», доцент Института наук о жизни и биомедицины (Школа), департамента фармации и фармакологии, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690922, Приморский край, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10; e-mail: belov.an@dvfu.ru.

РЕПШ Наталья Викторовна – доцент, кандидат биологических наук, доцент Института землеустройства и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, Приморский край, г. Уссурийск, проспект Блюхера, 44; e-mail: repsh_78@mail.ru.

Коляда А.С. Эумонотипные таксоны флоры Дальнего Востока России, распространение и экологические особенности их представителей / А.С. Коляда, С.А. Берсенева, А.Н. Белов, Н.В. Репш // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 120-127.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 576(045)
DOI: 10.26456/vtbio285

УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛАЦЕНТАРНОГО БАРЬЕРА ПРИ ДОНОШЕННОЙ БЕРЕМЕННОСТИ*

О.С. Шубина, Н.А. Дуденкова
Мордовский государственный педагогический университет
им. М.Е. Евсевьева Саранск

Плацента человека – временный орган, выполняющий множество физиологических функций, в числе которых снабжение плода питательными веществами и удаление продуктов его жизнедеятельности, обеспечение газообмена между матерью и плодом, синтез различных гормонов. Эти функции определяются строением плацентарного барьера. До настоящего времени имеющаяся морфологическая информация о плаценте, накапливалась на основе исследований на уровне световой микроскопии. Однако, поскольку плацента является структурно сложным органом, состоящим из многих типов клеток различного происхождения, в последнее время появляется повышенный интерес и необходимость получения подробной информации об ультраструктуре каждой области плаценты, чтобы точно классифицировать патологию беременности и родов. С помощью электронной микроскопии были выявлены ультраструктурные особенности плацент, полученных на сроке беременности 39-40 недель. Обнаружено, что к концу беременности плацентарный барьер становится значительно тоньше, за счет утраты слоя цитотрофобласта под синцититрофобластом, за счет чего резко увеличивается площадь обменной поверхности.

Ключевые слова: *плацента, гемато-плацентарный барьер, электронная микроскопия, ультраструктурные изменения*.

* Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева») по теме «Изучение особенностей строения органов женской репродуктивной системы белых крыс» (руководитель – Дуденкова Н. А., доцент кафедры биологии, географии и методик обучения).

© Шубина О.С., Дуденкова Н.А., 2022

Введение. Плацента человека – временный орган, выполняющий множество физиологических функций, в числе которых снабжение плода питательными веществами и удаление продуктов его жизнедеятельности, обеспечение газообмена между матерью и плодом, синтез различных гормонов. Эти функции определяются строением плацентарного барьера. До настоящего времени имеющаяся морфологическая информация о плаценте, накапливалась на основе исследований на уровне световой микроскопии (Милованов и др., 2012; Бекмухамбетов и др., 2017; Азарова и др., 2019). Однако, поскольку плацента является структурно сложным органом, состоящим из многих типов клеток различного происхождения, в последнее время появляется повышенный интерес к получению подробной информации об ультраструктуре каждой области плаценты, чтобы точно классифицировать патологию беременности и родов. Известно, что аномальная ультраструктура плаценты связана со многими видами осложнений беременности, такими как преэклампсия (Вишнякова и др., 2017), задержка внутриутробного развития (ЗВУР) (Низяева и др., 2019). Изучение ультраструктуры плаценты может предоставить важные данные для понимания сущности гемато-плацентарного барьера, механизм его селективной проницаемости, патофизиологических особенностей осложнений беременности.

Цель исследования – изучение ультраструктурной организации плаценты женщин при доношенной, неосложненной (физиологической) беременности.

Методика. Материалом для морфологических исследований служили взятые по стандартной методике фрагменты 20 плацент. Критерии для забора и изучения плацент были следующими: возраст матери от 20 до 35 лет, одноплодная беременность, доношенные роды, масса тела ребенка при рождении от 2500 до 4000 г, отсутствие осложнений беременности или врожденных пороков. Для большинства женщин беременность была первой. Срок гестации при родах варьировал от 39 до 40 недель.

Доношенные плаценты собирали и препарировали сразу после родов. Никаких явных различий во внешнем виде плацентарных ворсинок, стромы или кровеносных сосудов плода не наблюдалось. Все последующие процедуры проводили в стерильных условиях. Фрагменты субхориальной зоны плаценты, соответствующей месту прикрепления пуповины, иссекали (~5 см от места прикрепления пуповины), избегая участков инфаркта и гематом. Также были исключены аномальные прикрепления пуповины, такие как оболочечное прикрепление пуповины.

Плаценту разрезали продольно от материнской стороны к плодовой.

Для ультраструктурного исследования вырезали фрагменты из краевого отдела ворсинчатого хориона размером 1×1 мм и помещали в бокс с кусочками льда, очищали от крови, а затем фиксировали в 2,5 % глутаральдегиде на 0,1 М фосфатном буфере (pH=7,2) 2-4 часа при 4℃. Ткани ворсинок впоследствии дофиксировали в 1 % OsO_4 в течение 2 ч при 4℃, проводили через серию спиртов, заключали в смесь эпон-аралдит.

Полутонкие срезы готовились на LKB-Pyramiton и окрашивали толуидиновым синим. Ультратонкие срезы обрабатывали (двойное контрастирование) уранилацетатом (2 % раствор в метиловом спирте, 3-5 минут) и цитратом свинца (1,0-1,5 минуты) и затем исследовали с помощью электронного микроскопа ЭМ-125.

Терминальные ворсины оценивали в отношении плацентарного барьера следующими показателями: толщина плацентарного барьера, ультраструктура синцитиотрофобласта, цитотрофобласта и его базальной мембраны, ультраструктура эндотелия плодовых сосудов и их базальной мембраны, отек ворсин и отложение фибрина, пикноз, и другие структуры.

Результаты и обсуждение. Плаценты при неосложненной доношенной беременности, изученные с помощью электронной микроскопии, имели нормальные цитологические и гистологические характеристики зрелых плацент.

Исследованию подвергались терминальные ворсины. По форме ворсины были округлые или овальные. Поверхность ворсин покрыта синцитиотрофобластом неравномерным по толщине, содержанию ядер и органелл. Встречались зоны с истончением синцитиотрофобласта, синцитий с равномерным распределением ядер, синцитий без ядер, синцитий со скоплением ядер.

Вследствие истончения клетки синцитиотрофобласта часто не могли быть видны во всех полях зрения. На периферии ворсин плаценты обнаружены отложения фибрина.

На апикальной поверхности синцитиотрофобласт содержал многочисленные короткие широкие или тонкие длинные, либо древовидной формы микроворсинки (рис. 1). Синцитиотрофобластические микроворсинки формируют маточно-плодовый обмен. Это место, где экспрессируются многочисленные важные плацентарные переносчики и где происходит обмен питательными веществами и продуктами жизнедеятельности между системами кровообращения матери и плода. Есть мнения, что размеры и форма микроворсин связана с их функциональной неоднородностью (Милованов и др., 2012). Высокие микроворсинки отвечают за процессы пиноцитоза, а укороченные микроворсинки более приспособлены для транспорта газов. Синцитиотрофобластические

микроворсинки считаются одной из важных структур, ответственных за трансплацентарный метаболический обмен. Плотность апикальных микроворсинок связана со степенью созревания трофобласта (Battistelli et al., 2004).

Распределение ядерного хроматина в клетках синцитиотрофобласты было равномерным. Гетерохроматин находился чаще по периферии, иногда занимал почти всю площадь ядра (рис. 2).

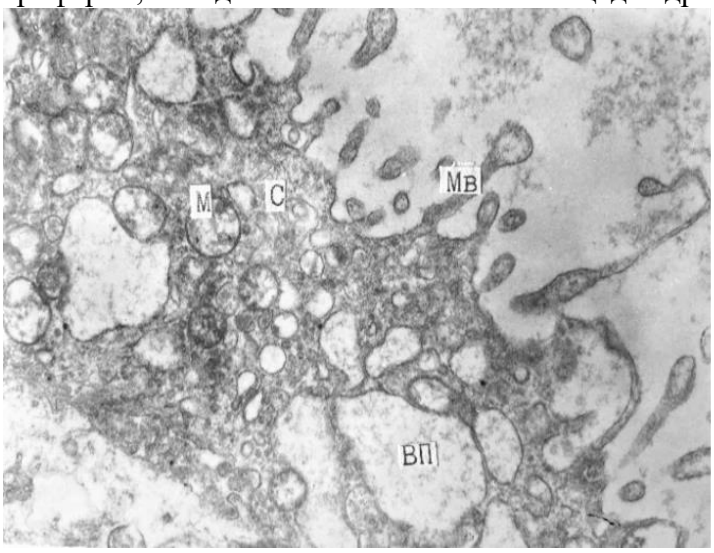


Рис. 1. Изображение терминальной ворсины плаценты. Беременность 40 недель. × 22000: С – синцитиотрофобласт; Мв – микроворсинки; ВП – вакуолеподобные полости; М – митохондрии

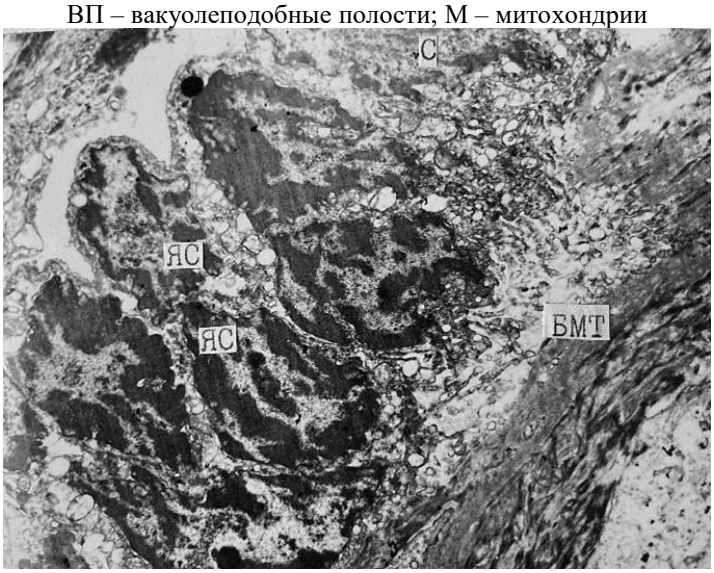


Рис. 2. Изображение терминальной ворсины плаценты. Беременность 40 недель. × 8000: ЯС – ядра синцитиотрофобласта, БМТ – базальная мембрана трофобласта

О большой синтетической активности синцитиотрофобласта говорят наблюдаемые картины контакта цистерн гранулярной эндоплазматической сети с митохондриями и липидами (рис. 3).

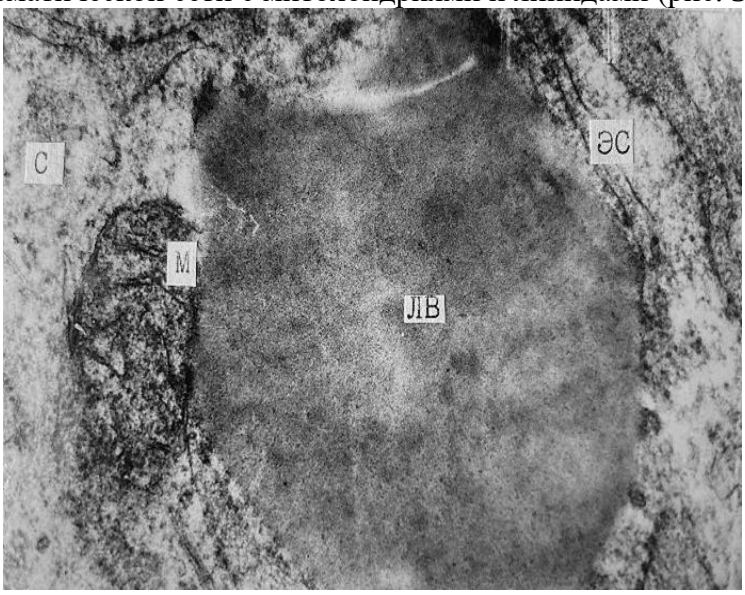


Рис. 3. Изображение терминальной ворсины плаценты. Беременность 39–40 недель. × 18000: М – митохондрии; ЭС – каналы гранулярной эндоплазматической сети; ЛВ – липидные включения; С – синцитиотрофобласт

Митохондрии обычно были круглыми или овальными, а цистерны эндоплазматической сети расширенными. Митохондрии представляют собой двухмембранные органеллы с множеством важных функций, таких как клеточный метаболизм, внутриклеточная продукция АТФ. Гранулярная эндоплазматическая сеть синтезирует многие белки необходимые для жизнедеятельности клетки. Наблюдаемое в нашем исследовании ультраструктурное состояние митохондрий и гранулярной эндоплазматической сети может свидетельствовать о высоком уровне гормональной и белоксинтезирующей функции плаценты. Подтверждает данный вывод и наличие большого количества в клетках полисом, гранул гликогена, липосом.

Замеченное полное отсутствие или частичное отсудившие цитотрофобласта в терминальных ворсинах свидетельствует о зрелости плаценты. В наблюдаемых клетках цитотрофобласта ядро занимало большую часть клетки, вокруг которого в узком слое цитоплазмы располагались митохондрии и рибосомы (рис. 4). Ядра имели неправильную форму с гомогенным хроматином, внутри содержали одно или два ядрышка.

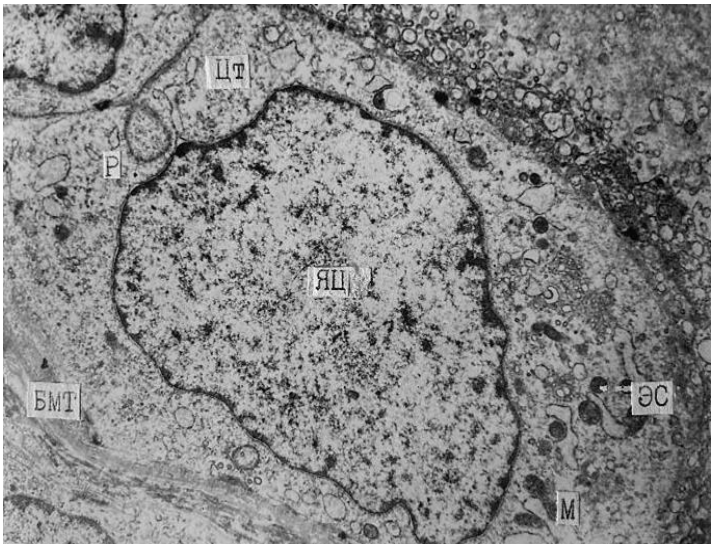


Рис. 4. Изображение терминальной ворсины плаценты. Беременность 40 недель. × 16000: Цт – цитотрофобласт; ЯЦ –ядро цитотрофобласта, ЭС – эндоплазматическая сеть; М – митохондрии; Р – рибосомы; БМ – базальная мембрана трофобласта

Базальная мембрана трофобласта представляла собой сплошную, иногда равномерную, но чаще с многочисленными выпячиваниями тонкую пластинку, в которой иногда откладывались коллагеновые фибриллы. Выпячивания базальной мембраны трофобласта увеличивают площадь контакта – синцитиотрофобласта и стромы терминальной ворсины.

Под базальной мембраной трофобласта обнаруживались фибробласты. Они имели форму вытянутого ромба, в узком слое цитоплазмы содержали ядро с одним или несколькими ядрышкам. О выработке фибробластами коллагеновых волокон свидетельствует картина отходящих от них к базальной мембране пучков коллагеновых волокон.

В отдельных зонах терминальных ворсин, где отмечено отсутствие фибробластов происходит укорочение расстояния между синцитиотрофобластом и капиллярами, следствием чего наблюдается непосредственный контакт базальной мембраны трофобласта и базальной мембраны эндотелия. Признано, что от ширины гемато-плацентарного барьера зависит осуществление диффузионного транспорта веществ через плаценту, в дополнение к транспортным белкам, экспрессируемым на поверхности микроворсинок и базальных плазматических мембран цитотрофобласта. По-видимому, укорочение расстояния между базальной мембраной трофобласта и базальной мембраной эндотелия способствует усилению трансплацентарного

транспорта воды, питательных веществ от матери к плоду для поддержания его нормального развития (Cleal, Lewis, 2008).

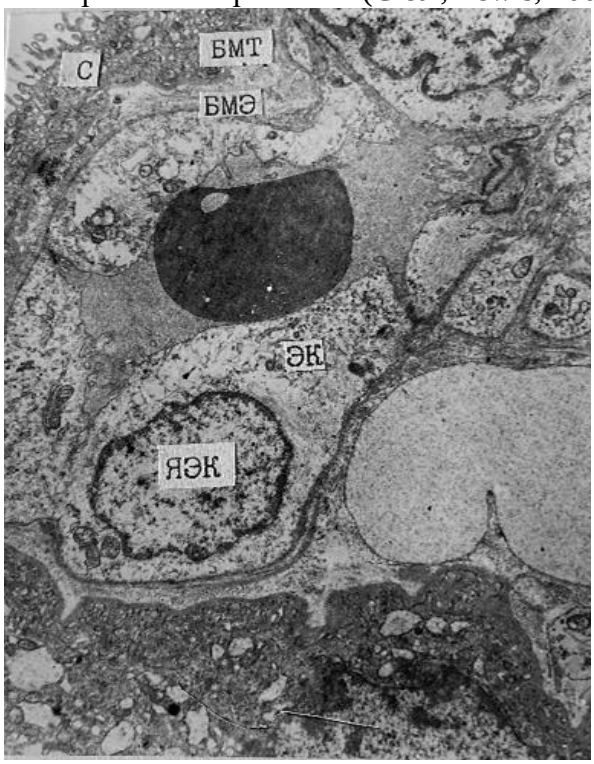


Рис. 5. Изображение фрагмента терминальной ворсины. Беременность 39-40 недель. × 12000: С – синцитиотрофобласт; БМТ – базальная мембрана трофобласта; БМЭ – базальная мембрана эндотелия; ЭК – эндотелиальные клетки; ЯЭК – ядро эндотелиальной клетки

Внутри множественных ворсин плаценты можно было идентифицировать многочисленные кровеносные сосуды с четко выраженными эритроцитами. Капилляры в терминальных ворсинах располагались как в парацентральной части ворсин, так и в периферической. Эндотелиальные клетки соединены простыми контактами. Стенка сосудов состояла из мембраны и эндотелиальных клеток, содержащих ядро, эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджа, митохондрии, рибосомы, полисомы (рис. 5). На поверхности эндотелия находились цитоплазматические отростки различной величины, содержащие митохондрии, рибосомы, многочисленные пиноцитозные пузырьки. К 40 неделям наблюдалось некоторое уплощение эндотелиальных клеток.

Заключение. Основной функцией плаценты является обеспечение избирательного транспорта питательных веществ и продуктов жизнедеятельности между матерью и плодом. Поэтому

необходимо выявить любые особенности ультраструктуры плаценты, которые могут лежать в основе механизма нормального развития плода.

Данные настоящего исследования показали, что в доношенной плаценте женщин (39-40 недель) происходят отчетливые изменения в ультраструктуре плаценты. Особое внимание уделялось терминальным ворсинам. На ультраструктурном уровне показано, что к концу третьего триместра беременности плацентарный барьер состоит из утонченного синцитиотрофобласта, уменьшенного количества или отсутствия клеток цитотрофобласта, базальной мембраны эндотелия, уплощенного эндотелия плодного капилляра. Данные ультраструктурные изменения направлены на увеличение площади обменных процессов и являются компенсаторными. К дегенеративным изменениям можно отнести наблюдаемую деструкцию цитотрофобласта, увеличение склерозирования стромы терминальных ворсин, отложение на их поверхности фибрина.

Список литературы

Азарова К.О., Охапкин М.Б., Ершова Ю.В., Яльцев А.В. 2019. Морфологические особенности строения плаценты в зависимости от типа гемодинамики беременной // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. № 3. С. 132-137.

Бекмухамбетов Е.Ж., Умбетов Т.Ж., Тусупкалиев А.Б., Корват А.И., Бердалинова А.К. 2017. Морфофункциональная характеристика плаценты у женщин с физиологическим течением беременности и при его нарушении // Морфология. 2017. Т. 151. № 1. С. 57-61.

Милованов А.П., Ерофеева Л.М., Александрович Н.В., Золотухина И.А. 2012. Морфология плаценты человека во II и III триместрах беременности // Морфология. Т. 142. Вып. 5. С. 64-67.

Вишнякова П.А., Кан Н.Е., Ходжаева З.С., Высоких М.Ю. 2017. Митохондрии плаценты в норме и при преэклампсии // Акушерство и гинекология. № 5. С. 5-8.

Низяева Н.В., Амирасланов Э.Ю., Ломова Н.А., Павлович С.В., Савельева Н.А., Наговицына М.Н., Сухачёва Т.В., Серов Р.А., Щеголев А.И., Кан Н.Е. 2019. Ультраструктурные и иммуногистохимические особенности плаценты при преэклампсии в сочетании с задержкой роста плода // Акушерство и гинекология. № 11. С. 97-106.

Battistelli M., Burattini S., Pomini F. 2004. Ultrastructural study on human placenta from intrauterine growth retardation cases // Microscopy research. № 65. P. 150-158.

Cleal J.K., Lewis R.M. 2008. The mechanisms and regulation of placental amino acid transport to the human fetus. Journal of neuroendocrinology. № 20. P. 419-426.

ULTRASTRUCTURAL ORGANIZATION OF THE PLACENTAL BARRIER WITHIN FULL-TERM PREGNANCY

O.S. Shubina, N.A. Dudenkova
Evseviev Mordovia State Pedagogical University, Saransk

The human placenta is a temporary organ that performs many physiological functions, including the supply of nutrients to the fetus and the removal of its waste products, ensuring gas exchange between the mother and the fetus, the synthesis of various hormones. These functions are determined by the structure of the placental barrier. To date, the available morphological information about the placenta has been accumulated during studies uner the light microscope. As a structurally complex organ consisting of many types of cells of various origins the placenta, each region. Tthis is necessary, among others, to classify accurately the pathology of pregnancy and childbirth. Here we revealed the ultrastructural features of placentas obtained at 39-40 weeks gestation using electron microscopy. We found that the placental barrier becomes much thinner by the end of pregnancy. This happens due to the loss of the cytotrophoblast layer under the syncytitrophoblast, which dramatically increases the exchange surface area.

Keywords: *placenta, hemato-placental barrier, electron microscopy, ultrastructural changes.*

Об авторах:

ШУБИНА Ольга Сергеевна – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биологии, географии и методик обучения ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет им. М.Е. Евсевьева», 430007, Республика Мордовия, Саранск, ул. Студенческая, д. 11А, e-mail: os.shubina@mail.ru.

ДУДЕНКОВА Наталья Анатолиевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, географии и методик обучения ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет им. М.Е. Евсевьева», 430007, Республика Мордовия, Саранск, ул. Студенческая, д. 11А, e-mail: dudenkova_nataly@mail.ru.

Шубина О.С. Ультраструктурная организация плацентарного барьера при доношенной беременности / О.С. Шубина, Н.А. Дуденкова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 4(68). С. 128-136.

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 *№ 4 (68), 2022*
Подписной индекс: **85683** (интернет-каталог «Пресса России»)

Подписано в печать 26.12.2022. Выход в свет 28.12.2022
Формат 70 x 108 $^{1}/_{16}$. Бумага типографская № 1.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,99.
Тираж 500 экз. Заказ № 272.
Издатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет».
Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33.
Отпечатано в редакционно-издательском управлении Тверского государственного университета.
Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, Студенческий пер., д. 12, корпус Б.
Тел. РИУ: 8 (4822) 35-60-63.
Цена свободная.